CURIERUL de Fizică nr 75

Publicația Fundației Horia Hulubei şi a Societății Române de Fizică • Anul XXIV • Nr. 2 (**75**) • August 2013

Curierul de Fizică își propune să se adreseze întregii comunități științifice/universitare din țară și diaspora !

Berezin la Białowieża XXX – o perspectivă personală

Geometrie și Fizică la Białowieża

Semnalez apariția la editura Birkhäuser a volumului *Metode Geometrice în Fizică* [20], Proceedings-ul celui de al 30 Workshop care se desfășoară anual la Białowieża, Polonia. Workshop-ul de la Białowieża oferă un excelent prilej de a întâlni matematicieni și fizicieni din toate colțurile lumii, interesați în fizica matematică și fizica teoretică. Alături de matematicieni și fizicieni celebri, vin și tineri în curs de afirmare. Białowieża este un loc de comunicare perfect democratică, lipsit de goma marilor congrese, cum ar fi Congresul Internațional de Fizică Matematică, unde vin mii de participanți, dar nu poți schimba o vorbă cu un Alain Connes sau cu altă celebritate – cel puțin asta a fost experiența mea la singurul congres de acest fel la care am participat la Paris în 1994. La Białowieża timp de o săptămână savanți celebri și tineri debutanți – între 60 și 100 participanți – stau izolați de restul lumii și schimbă idei, pun la cale colaborări, încep sau finalizează lucrări, dar și cântă la chitară, se plimbă prin celebra pădure declarată încă din 1977 patrimoniu UNESCO sau prin uriașul parc englezesc. Este remarcabil că timp de 30 de ani un singur om, Profesorul Anatol Odzijewicz, a organizat anual aceste reuniuni, reușind să transforme întâlnirile lui cu câțiva tineri polonezi într-un reputat meeting internațional. Profesorul Anatol Odzijewicz este director al Institutului de Matematică al Universității din Białystok, al cărui rector a fost mulți ani. Grupul pe care îl conduce constă din 6 matematicieni, care, împreună cu studenții de la Universitatea din Białystok, constituie staff-ul workshopului de la Białowieża. Nu pot să nu constat cu amărăciune că noi, Departamentul de Fizică Fundamentală IFIN-HH, nu am reușit să organizăm o conferință similară. Desigur, a fost seria conferințelor de la Poiana Brașov, apoi de la Predeal, unde au fost și conferințe dedicate Fizicii Matematice, dar tematica conferințelor a variat, iar conferințele nu au fost ținute cu regularitate.

Motivul care face foarte atractiv volumul pe care îl semnalez [20] este conținutul interesant. O primă parte este dedicată comemorării lui Berezin. Felix Alexandrovich Berezin a fost un matematician rus (1931-1980) care, vrăjit de fizica teoretică, a avut contribuții însemnate la închegarea fizicii matematice ca subdomeniu distinct al fizicii. În sesiunea memorială *Reprezentări, cuantificare, supersimetrii*, care i-a fost dedicată la Białowieża în 2011, s-au tratat aspecte importante ale domeniilor care l-au atras pe Berezin. Dedic prezenta notă acestui subiect, în primul rând pentru că este legat de domeniul de care mă ocup – metode geometrice în mecanica cuantică.

O altă sesiune omagială a fost dedicată aniversării profesorului Bogdan Mielnik, care în 2011 a împlinit 75 de ani. Bogdan Mielnik este fizician polonez interesat de aspecte fundamentale ale mecanicii cuantice. Inițial Mielnik a fost profesor la Institutul de Fizică Teoretică al Universității din Varșovia – nu pot să nu remarc că noi nu avem așa ceva în România – pentru ca în 1981 să se mute în Mexico City ca profesor la *Centro de Investigacion y de Estudios Avansados*, unde a creat o adevărată școală. Mielnik este cunoscut pentru abordarea sa neconvențională a mecanicii cuantice, lansând idei importante, cum ar fi structura convexă a spațiului stărilor cuantice. În volum, activitatea științifică a lui Mielnik este evocată de colaboratorul său David J. Fernandez C. în articolul *Bogdan*

continuare în pag. 2 ➲

Din CUPRINS

9	A. Săndulescu	Doctor în chimie Olimpiu Marius Constantinescu
11	Corina Simion	Olimpiu Constantinescu – o viață de cercetător
16	Mircea Morariu	Physics Web

Nota Redacției O scriere semnată, menționată aici sau inserată în paginile publicației, poartă responsabilitatea autorului. Celelalte note – nesemnate – ca și editorialul, sunt scrise de către redacție și reprezintă punctul de vedere al acesteia.

EDITURA HORIA HULUBEI

Mielnik: contributions to quantum control. Personalitate complexă, Mielnik este cunoscut și pentru inițiativele sale civice. De la Białowieża, rezervație naturală a pădurii multi-seculare, unică în Europa, care în Polonia se întinde pe aproximativ 100 km^2, în Bielorusia întreaga rezervație ocupând 1.771 km^2, loc de pelerinaj al iubitorilor de natură – de fapt, și noi avem așa păduri, dar nu le facem reclama necesară, de exemplu fantastica pădure de la Crasna din Munții Buzăului, unde te cutremuri de măreția și singurătatea arborilor – din parcul în care la 4 dimineața se zice că poți întâlni bizonii care se plimbă liber, Mielnik a lansat guvernului brazilian mesajul *The round table of Białowieża forests* de stopare a activității de defrișare a pădurilor Amazonului, manifest semnat de o mare parte a participanților la workshopul din 2001 [22]. În volumul [20] este inclusă și savuroasa contribuție a lui Mielnik *Burocratic world: it is unvoidable*?, un atac dur la adresa birocrației cu care este confruntat cercetătorul științific de pretutindeni.

O altă sesiune omagială a fost dedicată matematicianului Lech Woronowicz cu ocazia aniversării celei de-a 70-a zi de naștere. Stanislaw Lech Woronowicz, celebrul matematician polonez – în fapt, ca și Anatol Odzijewicz, are studii universitare de fizică – este unul din inventatorii grupurilor cuantice, alături de Drinfeld, Jimbo și, desigur, celebrul matematician George Lusztig (născut în România în 1946, Gheorghe Lusztig, Gyuri pentru prieteni și colegi, profesor la MIT, fellow of the Royal Society). Dacă contribuția lui Lusztig vine dinspre teorie geometrică de reprezentări și grupuri algebrice, Woronowicz pornește mai ales de la analiza funcțională și algebra de operatori. Participant încă de la prima întâlnire organizată de Anatol la Białowieża, Profesorul Woronowicz este invitat permanent la meetingurile de la Białowieża. Îl regăsim în pozele de la primul meeting pe pagina www a conferinței, alături de Anatol, la vremea aceea în chip de tânăr rebel, gen „en blue jeans et blouson de cuir", cu chitara în mână.

Legătura mea cu Białowieża

Pentru mine Białowieża are o însemnătate particulară. Odată cu deschiderea granițelor din Europa de Est după 1989, cercetătorii, care dintr-un motiv sau altul am rămas în țară, am avut șansa de a mai recupera din handicapul generat de izolarea în care am fost ținuți în România, așa cum a fost și în Uniunea Sovietică în vremea lui Berezin. Așa că în 1991 am ajuns pentru prima dată la Institutul de Matematică, Unitate CNRS pe lângă Universitatea Paris 7, în grupul de Fizică Matematică condusă de Anne Boutet de Monvel, unde în 1992 am lucrat 6 luni ca Directeur de Recherche CNRS. În ultima lună a vizitei mele la Paris din 1992 am editat 2 lucrări comune cu Louis Boutet de Monvel în Laboratorul lui Jean-Pierre Gazeau, deoarece în timpul verii Universitatea Paris 7 era închisă. Am cerut lui Gazeau, specialist în stări coerente și geometrie, părerea sa asupra rezultatelor mele recente, iar Gazeau a trimis lucrarea noastră și lui Woiczek Lisiecki, pe vremea aceea secretar științific al Workshopului de *Metode Geometrice în Fizică* de la Białowieża. Woiczek era cunoscut în grupul celor care lucram în domeniul stărilor coerente, deoarece anunțase rezultate importante asupra reprezentării așa-ziselor grupuri tip stare coerentă, domeniu în care au avut contribuție importantă și matematicienii români Andrei Verona și Hari (Ricu, pentru prieteni) Moscovici, emigrați în USA după desființarea în 1975 prin decret prezidențial a *Institutului de Matematică George Stoilov al Academiei Române*.

Fac o paranteză: pentru laboratorul de Fizică Teoretică de la Măgurele venirea a 10 matematiceni de la IMAR a avut efecte benefice: atunci s-a stabilit o interacție puternică între fizicieni teoreticieni și matematicieni, s-au organizat seminarii comune, s-au făcut primele contracte de cercetare cu tematică de fizică matematică la IFIN-HH. Acest lucru nu ar fi fost posibil dacă mai mulți fizicieni teoreticieni nu ar fi fost și absolvenți ai facultății de matematică. În particular, Horia Scutaru este cel care a stârnit matematicienilor Verona și Moscovici interesul asupra stărilor coerente. Printre seminariile din acea epocă nu pot să nu menționez seminarul maraton (54 seminarii în perioada 04.03.80-06.02.81, unele dintre ele de 5-6 ore) ținut în principal de Cezar Gheorghe la care participam alături de Apolodor Răduță, Valentin Ceaușescu, Eugen Badralexe. La acest seminar învățam tot ce era necesar din geometrie diferențială, grupuri și algebre Lie, teorie de fascicole... pentru abordarea cuantificării geometrice și a stărilor coerente.

Deci la meetingul *Metode Geometrice în Fizică* de la Białowieża am ajuns pentru prima dată în 1993 ca profesor invitat, venind de la Universitatea Paris 7, coautor a două lucrări cu celebrul Louis Boutet de Monvel, matematician de frunte al grupului Bourbaki. Primul meeting internațional de *Metode Geometrice în Fizică* a avut loc în anul 1991 la Białowieża, unde au participat, printre alții, Ivailo Mladenov din Bulgaria, Twareque Ali, profesor la Departamentul de Matematică și Statistică la Concordia University, Jean-Pierre Antoine de la Louvaine la Neuve, Belgia, și Jean-Pierre Gazeau de la Universitatea Paris 6. Pe Twareque Ali, entuziast organizator de întruniri științifice în toate colțurile lumii, îl întâlnisem deja în laboratorul lui Gazeau la Paris și ne va lega interesul comun pentru stările coerente. Cât despre Ivailo, el participase la conferința de Fizică Matematică de la Poiana Brașov, precum și la o conferință de geometrie diferențială la București, în 1990. Gazeau, Ali și Antoine au fost ani de zile membrii ai comitetului de organizare a meetingurilor de la Białowieża, fiind totodată și editori ai proceedings-urilor conferinței. Primele volume ale proccedings-urilor conferințelor de la Białowieża, apărute la *Plenum Press*, apoi la *Presa Universitară din Varșovia* și în revista *Reports in Mathematical*

Physics aveau mereu în titlu cuvintele *quantization* și *coherent states*. Organizatorii au obținut finanțare pentru meetingurile de la Białowieża de la ambasada Franței la Varșovia și de la alte organisme internaționale. După ce Lisiecki a dispărut brusc și misterios din viața științifică, secretar științific a fost Alexander Strasburger, apoi Piotr Kielanowski, și mai nou tânărul Tomasz Golinski. A fost cooptat în comitetul de organizare și Martin Schlichenmaier, actual director al Institutului de Matematică pe lângă Universitatea din Luxembourg, cunoscut, printre altele, pentru rezultate importante în cuantificarea Berzin-Toeplitz prin deformare pe varietăți Kähler compacte, folosind stările coerente. Am o lucrare comună cu Martin, realizată în mare parte la Oberwolfach și la Mannheim, în Germania, într-o colaborare finanțată de DFG, lucrare în care sunt folosite din plin cunoștințele de geometrie algebrică ale lui Martin pentru o formulare riguroasă matematic a noțiunii de divizor polar introdusă de mine – mulțimea vectorilor coerenți în sens Perelomov, ortogonali pe un vector dat, bazați pe anumite varietăți Kähler compacte, în particular pe spații hermitic simetrice.

La Białowieża am avut șansa să intru în contact direct cu personalități importante. M-a încurajat mult prețuirea lui Gerard Emch – autorul mai multor lucrări de mecanică cuantică, în care pornește de la o abordare algebrică, care a apreciat comunicarea mea *Coherent states and global differential geometry* din 1994, unde subliniam, printre altele, legătura între stări coerente și *cut locus*. Și în anul următor l-am rugat pe Profesorul Emch să-mi facă o apreciere asupra noii mele comunicări. Profesorul Emch mi-a zis râzând că nu putem face chiar în fiecare an lucrări remarcabile și că, de fapt, e mare lucru dacă facem ceva cu adevărat nou și interesant măcar o dată în viață! Acest punct de vedere asupra rezultatelor științifice contrastează evident cu cerințele sistemului oficial actual de evaluare în cercetarea științifică în România, unde *nu interesează ce publici, ci unde și cât*. Am avut șansa să prezint ideile mele direct lui Askold Perelomov, fizician teoretician rus de excepție, autor al cărții clasice asupra stărilor coerente și aplicații [29], fost colaborator al lui Berezin. Perelomov a dat o generalizare grupală a definiției clasice a stărilor coerente, formulată la începuturile mecanicii cuantice de către Erwin Schrödinger, dezvoltată de Profesorul Roy Glauber de la Universitatea din Harvard, care în 2005 a fost răsplătit cu premiul Nobel pentru contribuția sa la definirea stărilor coerente. Participant la Los Alamos la crearea bombei atomice, Glauber este un fizician teoretician desăvârșit, care merge de la formulare matematică până la evidențiere experimentală. I-am prezentat lui Roy Glauber ideile mele privind legătura profundă între mecanica cuantică și geometrie, și acesta a fost foarte surprins că există așa ceva. Este amuzant că, într-o convorbire particulară, Glauber a negat că John Klauder – pe care, de asemenea, l-am cunoscut la Białowieża – ar avea vreo contribuție în elaborarea conceputului de *stări coerente*, negând totodată și valoarea generalizării grupale a stărilor coerente făcută de Perelomov, afirmații care m-au șocat. Evident, și în lumea numelor mari există priorități, orgolii științifice...

Am mai avut la Białowieża șansa să ascult din gura lui George Makey de la Harvard University – creatorul teoriei reprezentărilor induse – povestiri despre faimosul Harish-Chandra, considerat cel mai mare matematician în teorie de reprezentări de grupuri din toate timpurile. Makey a făcut referiri la formule clasice obținute de Von Neumann, formule regăsite și de Berezin în context de arie simplectică în spațiul complex $\boldsymbol{n}$-dimensional. În fine, am putut discuta direct și stabili relații strânse cu Woiczek Lisiecki, cu Karl Hermann Neeb, precum și cu numeroși alți matematicieni de valoare, cum ar fi Academicianul Michel Cahen de la Bruxelles, matematicianul rus Yuri Neretin, acum angajat la ITEF Moscova, dar și la Erwin Schrödinger Centrum din Viena, cu Pierre Bieliavsky, actual șeful grupului cercetare de la Louvain la Neuve, în locul lui Jean-Pierre Antoine, cu Alexander Karabegov, elev al lui A. A. Kirilov, acum lucrând la Abilene Christian University, USA, cu Gijs Tuynman, profesor la Lille University, Franța, cu regretatul Eduard Prugovecki, fizician teoretician canadian, de origine croato-român, doctorand al lui Arthur Wightman la Princeton, cu care a intrat în dispută științifică, autor de tratate clasice de geometrie cuantică...

Nu pot să nu amintesc atmosfera plăcută de la Białowieża, la care contribuie și tradiționalul foc de tabără de la Skansen – un muzeu al satului din Białowieża, unde în 2012 Anatol a organizat în continuarea workshopului o școală pentru tineri, de plimbările în parcul englezesc atașat castelului țarului rus din care a rămas numai grajdul, în care în primii ani se organizau lecțiile conferinței, parc folosit și ca teren de aterizare pentru avioanele lui Herman Göering, când venea la vânătoare de bizoni la Białowieża.

Berezin – creatorul

Felix Berezin a abordat domenii variate ale matematicii și fizicii matematice, dar realizările lui importante se referă la aspecte ale cuantificării, analiza matematică în spații de dimensiune infinită, grupuri infinit dimensionale și, desigur, supermatematica. O căutare pe site-ul AMS *MathSciNet* cu eticheta „Berezin, F*" ne returnează 73 lucrări, cu un număr de 1024 citări, în timp ce *ZentralBlathMath* returnează 80 răspunsuri la aceeași interogare. În *Web of Science Thomson-Reuters*, pe perioada 1975-2011, „Berezin FA*" apare cu 14 lucrări ISI, care au 1379 citări, generând pentru autorul Berezin F.A. un **factor Hirsh=9** ! Pentru comparație, un membru obscur al unei colaborări la CERN, poate să fie coautor la **170 lucrări numai într-un singur an, cu peste 1500 citări, cu un factor Hirsh 30** ! Berezin a avut și activitate

universitară didactică, al cărei output se poate cuantifica în cele 5 teze de doctorat efectuate sub conducerea sa [19]. Așa că, dacă azi Berezin ar fi trăit și ar fi aplicat la un proiect *Idei*, ar fi avut șanse foarte mari să nu obțină finanțarea, în acord cu criteriile înalte al UEFISCSU!

Activitatea științifică a lui Berezin a fost evocată în mai multe articole comemorative. Mă voi opri în primul rând asupra excelentului text *Felix Alexandrovich Berezin and his work* de Alexander Karabegov, Yuri Neretin și Theodore Voronov din [20], apărut și în [25], toți trei cunoscători ai activității științifice a lui Berezin. Amintesc și evocările lui R. A. Minlos din [1], [27] sau [18], precum și [26], [15]. Cum prezenta recenzie se adresează în primul rând fizicienilor, reamintesc că Berezin a fost matematician, și încă unul de mare clasă. Prima lucrare a lui Berezin în domeniul teoriei reprezentărilor grupurilor Lie apare în *Dokl. Akad. Nauk SSSR* în 1953, a doua lucrare are coautor pe faimosul matematician Ilya Pyatetckii-Shapiro, pentru ca în 1956 să apară anunțul în *Dokladi* al seriei de lucrări *Laplace operators on semisimple Lie groups*. După alte câteva lucrări dedicate aceluiași subiect, Berezin își publică în 1957 teza de doctorat [3]. Acum subiect clasic, teoria reprezentărilor grupurilor semisimple era domeniu de avangardă în anii `50, preocupare importantă a școlii matematice rusești, prin reprezentanții ei de vârf, în frunte cu I. M. Gelfand și M. A. Naimark, ca să nu mai pomenim de interesul marelui Harish-Chandra. Apariția lui Berezin în viața matematică rusă, elev favorit și colaborator al marelui Gelfand, este excelent evocată de S. G. Gindikin în articolul său *On one result of F. Berezin* din [20], unde face un portret pitoresc al nonconformistului Berezin la 25 de ani. La a doua Conferință de Analiză Funcțională din 1956 de la Moscova, Berezin a prezentat raportul principal asupra teoriei reprezentărilor de grupuri într-o lucrare având coautori pe Gelfand, Naimark și Graev. Unele lipsuri ale articolului lui Berezin [3], criticate de J. M. G. Fell, Harish-Chandra, A. A. Kirillov, și G. M. Mackey, cărora Berezin le răspunde în [4], sunt comentate în articolul lui Karabegov, Neretin și Voronov din [20].

O altă preocupare a lui Berezin se referă la funcțiile sferice și la partea radială a operatorilor Laplace. Funcțiile sferice sunt un analog al funcțiilor hipergeometrice Gauss. Berezin și Karpelevich au studiat cazul grupului $\boldsymbol{U(p,q)}$. Dezvoltări ulterioare au fost făcute de Olshanetsky și Perelomov în 1976. Nu pot să nu remarc competența lui Neretin în a evoca partea aceasta din activitatea științifică a lui Berezin, el însuși având lucrări importante în domeniu. Contribuția lui Berezin la teoria reprezentărilor este analizată în detaliu de A. M. Vershik în [30].

Capitolul următor din activitatea lui Berezin prezentată în review se intitulează *Method of second quantization*. Această parte a activității lui Berezin face obiectul articolului lui Neretin *Integral operators with Gaussian kernels and symmetries of canonical commutation relations* din [1] și [28]. Încă din 1950, la seminariile de fizică teoretică din Moscova, Berezin este interesat în relațiile de comutare canonică, legătura cu grupul $\boldsymbol{Sp(n, R)}$, formulată de K. O. Friderichs în 1953, cunoscută azi sub numele de *reprezentare Weil*. Primele enunțuri apar în *Dokladi* în 1961 [5]. Rezultate importante în această problemă se datorează lui Valentin Bargmann, Irving Segal, David Shale, dar primele lucrări în domeniu sunt datorate lui Fock încă din anii `30. În [25] se menționează că o lucrare de proporții a lui Berezin asupra analizei Grassmann a fost respinsă la *Uspekhi Matematicheskikh Nauk* mai mulți ani la rând, în final fiind publicată într-un volum separat. Cartea sa celebră [6], care se adresează în primul rând fizicienilor, tratează simultan relațiile de comutare și anticomutare, fapt care l-a condus ulterior la crearea supermatematicii.

Însă contribuțiile majore ale lui Berezin sunt în fizica matematică. În capitolul *My recollections on Berezin* din [18], A. M. Vershik (de la *Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences* St. Petersburg, Russia) scria: *Rolul lui F. A. Berezin în comunitatea matematică a acelor ani a fost extrem de important.... Berezin a fost acela care, studiind profund fizica teoretică (teoria cuantică a câmpului, fizica statistică,...) a fost primul în generația sa de matematicieni care a popularizat-o în comunitatea matematică din Moscova, Leningrad și alte centre care lucrau în această direcție. Aproape toți prietenii mei matematicieni care erau apropiați de fizica matematică au fost sub influența lui puternică (L. D. Faddeev, R. A. Minlos, R. L. Dobrushin, Ya. G. Sinai, A. S. Schwarz și multi alți fizicieni teoreticeni). Seminarul său din anii 60-70 a atras zeci de matematicieni și fizicieni teoreticieni din toată țara.... Atitudinea față de matematică a celor mai importanți fizicieni din anii 30-50, deși unii erau capabili să utilizeze tehnici matematice ale timpului, era oarecum rezervată. Acest fapt s-a schimbat radical în anii 70-90 și acest lucru este în mare parte datorat lui Berezin.*

Un efort important al cercetărilor lui Berezin este dedicat dezvoltării *conceptului general de cuantificare* [9], [11], [13]. Metoda de cuantificare Berezin face apel la *simbolii covarianți și contravarianți* [8], folosind stările coerente. Urmând ideile lui Bargmann pentru grupul Heisenberg, Berezin le-a dezvoltat folosind un spațiu de funcții olomorfe, de pătrat integrabil, pe o varietate Kähler omogenă $\boldsymbol{M}$, care admite un potențial global, parametrizat de constanta lui Planck $\boldsymbol{h}$. Nucleul Bergman reproducător este legat de produsul scalar al stărilor coerente indexate de punctele varietății $\boldsymbol{M}$. *Supercompletitudinea* stărilor coerente este legată de relația de completitudine Parseval. În esență, Berezin propune construcția unei familii asociative de algebre $\boldsymbol{A_h}$ care sunt conținute în algebra funcțiilor infinit diferențiabile pe varietatea simplectică $\boldsymbol{M}$. Algebra $\boldsymbol{A_h}$ este înzestrată cu multiplicare $*$ și se impune satisfacerea principiului de corespondență: star-produsul tinde la produs de funcții când $\boldsymbol{h}$ tinde la zero, iar

$$\lim_{h\to 0}\frac{i}{h}(A_1 * A_2 - A_2 * A_1) = \{A_1, A_2\}.$$

În particular, Berezin a studiat cuantificarea pe spații hermitic simetrice în [10], acesta fiind cel mai citat articol științific al lui Berezin în literatura matematică, în acord cu *MathSciNet*.

Berezin a investigat descompunerea spectrală a operatorilor care leagă simbolurile covariante de cele contravariante, astăzi cunoscută sub numele de *transformarea Berezin*. Berezin s-a ocupat de aproximarea integralelor pe traiectorii Feynman folosind calculul simbolic de operatori. Această direcție a fost dezvoltată în lucrări comune cu Misha Shubin. Un capitol special în [25] este rezervat *parantezei Berezin-Kirillov-Kostant*. În articolul *On Berezin* din cartea [18], Misha Shubin relatează întâlnirea sa și a lui Grisha Litvinov cu Berezin din anul 1967 la o conferință la Zagulba, lângă Baku: „Vreți să învățați mecanica cuantică ?" îi întreabă Berezin. La răspunsul afirmativ al lor, Berezin le propune celor doi matematicieni să scrie o carte de mecanică cuantică! Cartea a apărut în 1983 [14], în acord cu *MathScinet* fiind lucrarea cea mai citată în matematică a lui Berezin.

Profesorul Vladimir Molchanov, care a obținut doctoratul sub conducerea lui Berezin, extinde rezultatele lui Berezin privind cuantificarea pe spații hermitic simetrice la spații para-hermitice, un rezumat al cercetărilor sale fiind inclus în volumul recenzat. Clase speciale de spații para-hermitice sunt studiate de întreaga școală a lui Molchanov la Universitatea din Tambov. Influența acestei părți a activității lui Berezin privind cuantificarea este remarcabilă. Construcția locală a stărilor coerente folosite de Berezin pe varietăți Kähler omogene a fost globalizată de Rawnsley, Cahen și Gutt și extinsă la varietăți Kähler nu neapărat omogene. Unele rezultate, care merg în direcția dezvoltată de școala lui Moshe Flato de la Dijon, privesc cuantificarea prin deformare. O altă direcție privește star-produsul Berezin-Toeplitz, în sens Boutet de Monvel și Guillemin, direcție analizată în articolul lui Schlichenmaier din volumul [20], dedicat cuantificării pe varietăți Kähler compacte. Contribuții importante în direcția existenței $*$-produsului a adus și Alexander Karabegov în cazul când este posibilă „separarea variabilelor". Stări coerente pe domenii Siegel-Jacobi, care sunt domenii omogene Kähler nesimetrice, au fost introduse în mai multe lucrări de către S. Berceanu într-o serie de lucrări, amintite și în lucrarea [2] inclusă în volumul recenzat [20].

Ultima parte a prezentării operei științifice a lui Berzin este dedicată „supermatematicii". Încă din anii `60, Berezin devine interesat de subiect, dar realizările importante le obține în ultimii 5 ani ai vieții. Nu voi intra în analiza contribuției lui Berezin la crearea supermatematicii, dar nu pot să nu subliniez faptul că motivația lui Berezin provine din fizică, pornind de la formalismul cuantificării a doua. Punctul de plecare al investigațiilor lui Berezin se află în cartea sa [6]. În acord cu *ISI Web of Science*, articolul lui Berezin și Marinov [12] este cel mai citat articol în literatură de către fizicieni – de remarcat că acest articol nu apare în *MathScinet* și *ZentralBlattMath*.

Berezin a introdus calculul diferențial în algebra Grassmann. Această contribuție a lui Berezin este analizată în subcapitolul *From Grassmann algebra to supermanifolds* din [25]. Un pas important în dezvoltarea supermatematicii este realizat în lucrarea [7] a lui Berezin cu G. I. Kac, în care practic se introduce corespondența biunivocă între supergrupuri Lie și superalgebre Lie. Tot lui Berezin îi datorăm noțiunile de superdeterminat, Berezinian, supervarietate. Influența lui Berezin și dezvoltările ulterioare în supermatematică sunt în detaliu analizate în [25].

Dintre contribuțiile din [20] referitoare la partea dedicată lui Berezin, aș menționa pe scurt excelenta notă a lui Simon Gindikin, în care se referă la un articol important al său [23], unde a rezolvat o problemă pe care i-a formulat-o Berezin în articolul [24] privind valoarea constantei de normare în produsul scalar al funcțiilor olomorfe de pătrat integrabil pe discul Siegel, calculată de Gindikin folosind tehnica de *analiza pe domenii omogene*. În felul acesta Gindikin a demonstrat un rezultat intuit de Berezin, care a arătat extensia seriei discrete la o mulțime discretă de puncte, care sunt date de polii constantei de normare sus-amintite. Ulterior, aceste rezultate au rămas cunoscute sub numele de *serie Wallach*. Pentru mine aceste rezultate sunt importante pentru că ulterior le-am extins la domenii Siegel-Jacobi. În plus, la Białowieża am avut șansa să mă întâlnesc cu Gindikin, coautor cu Vinberg al celebrei *fundamental conjecture for homogeneous Kähler manifolds*, pe care am explicitat-o în cazul particular al varietății Siegel-Jacobi și în articolul meu deja amintit [2]. În fine, nu pot să nu menționez că lucrarea [2], împreună cu altele citate în ea, este un răspuns la o problemă adresată mie de Pierre Bieliavsky la prezentarea comunicării mele de la Białowieża din 2010, când m-a întrebat de legătura între geometria varietății Siegel-Jacobi și conjectura fundamentală Gindikin-Vinberg asupra varietăților Kähler omogene.

Menționez și contribuția din [20] a lui V. P. Palamadov, coleg al lui Berezin la Departamentul de Mecanică și Matematică al Universității de Stat din Moscova (MekMat de la MGU). Legătura lui Palamadov cu Berezin este evocată de Gindikin în [24] și m-a făcut curios să mă interesez de viața omului Berezin în epoca agitată în care a trăit.

Berezin – viața

Din prezentarea lui Nikita Vvedenskaya (de la *Institute of Information Transmission Problems, Russian Academy of Science*) din cartea [18], aflăm că Berezin F. A., numit de prieteni Alik, a fost în fapt crescut de mama sa, Esther Abramovna Rabinovich, divorțată de tatăl lui, care i-a părăsit. Familia mamei lui Berezin provenea din Moldova. La vârsta de 16 ani, atunci când cetățenii sovietici primeau „buletinul", Berezin a optat pentru

naționalitatea *evreu*, fapt care a atras asupra sa o serie de neajunsuri. Berezin a terminat școala cu medalia de aur, și ca atare avea în principiu dreptul să intre la facultate numai pe baza unui interviu. El vroia să intre la Departamentul de Fizică al Universității de Stat din Moscova. După declarațiile aceleiași Vvedenskaya, în 1948 nu erau acceptați evrei la Departamentul de Fizică și Berezin a fost admis la Mek-Mat la MGU. Era o situație fericită: Dimitry Leites relatează că, în urma notelor foarte mici pe care le-a obținut la examenul de admitere la Mek-Mat, a devenit student la secția de „limbi străine", subdiviziune a Departamentului de Matematică al Institutului Pedagogic de Stat al Universității Lenin din Moscova, secția de limbă franceză.

Berezin era popular printre studenți, fiind ales lider de grupă de Komsomol. Deja în acea epocă Berezin frecventa seminariile de matematică ale lui Dynkin și Gelfand. Pentru că era evreu, nu a putut să se înscrie la doctorat și a obținut un post în învățământul liceal – după informațiile publicate de Palamadov – în Mongolia. Alți colegi au fost trimiși să predea la școli din Guinea, Cuba sau Afganistan, în timpul invaziei sovietice a Afganistanului. Comportamentul lui Berezin era ghidat de deviza „Nu am altă viață privată decât matematica".

Lui Berezin îi plăceau plimbările lungi cu prietenii – uneori de 60 de km! – menționez nume cunoscute mie: V. Nikolsky, D. Kazhdan, A. Schwarz, E. Fradkin. Lui Berezin îi plăcea să meargă cu caiacul pe râuri sălbatice. Cu mari dificultăți, Berezin a vizitat Ungaria și Polonia. A primit invitație la CERN, dar nu i s-a permis să meargă acolo. Asta nu face decât să-mi amintească situația din România: în 1972, când lucram la Dubna în Fizica Energiilor Înalte, am obținut prin concurs, un post de cercetător pe termen de 2 ani la CERN. Oficialitățile române nu mi-au permis să merg la CERN – cei care vroiau să o facă părăseau definitiv România. Mai mult, după 1975, mai tot grupul de cercetători români de la Dubna a fost rechemat în România, deși România era membră a IUCN! Rechemarea majorității cercetătorilor români de la Dubna, și în primul rând a colaboratorilor Profesorului Alexandru Mihul, fost director adjunct IUCN-Dubna, se datorează în mare parte faptului că acesta nu mai era agreat de conducerea cercetării științifice din România. În plus, să reamintim că, după vizita istorică a Președintelui României în China, cercetarea fundamentală era obligată să răspundă exclusiv cerințelor industriei românești, deci nu mai aveam ce să cercetăm la Dubna, trebuia să revenim în țară pentru reeducare, tuns, ...

Berezin a participat la excursii în vasta URSS, unele în locuri depărtate și sălbatice, cum erau râul Yenisei din Siberia, munții Tian-Shan. Berezin a vizitat taigaua Kareliei, uneori dispărând fără urmă pentru un timp îndelungat, spre disperarea colegilor de excursie. Berezin a participat la două expediții geologice în Kolyma, a doua vizită l-a costat viața.

Din povestirea lui Nikita Vvedenskaya rezultă că familia Berezin era terorizată de ideea persecuției evreilor de către autoritățile sovietice. În anul 1953 s-a desfășurat campania anti-evreiască cauzată de „cazul doctorilor"- o presupusă conspirație a unui grup de medici, în majoritate evrei, acuzați că ar fi plănuit asasinarea unor lideri sovietici, instigați de organizația de spionaj americano-evreiască *Joint*. Această teamă nu l-a părăsit pe Berezin în toată viața, fiind prilej de ridiculizare din partea prietenilor. De exemplu, Berezin era obsedat că în timpul jocurilor olimpice de la Moscova din 1980, se va interzice cetățenilor sovietici să vină la Moscova fără permis și că această restricție va fi permanentizată și după terminarea jocurilor olimpice. În contribuția sa *About Alik Berezin and some of his works: ten years later* din [18], A. M. Vershik consideră că gradul științific de „Doctor în Științe" ar fi trebuit acordat lui Berezin 10 ani mai devreme, subliniind totodată că Berezin nu a obținut niciodată titlul de Profesor în Departamentul de Mecanică și Matematică. Într-un context oarecum similar, amintesc aici că marele matematician român Costake Teleman a murit fără a avea titlul de profesor la Universitatea din București, unde a predat ani de zile geometria diferențială la generații întregi de studenți, inclusiv lui Gheorghe Lusztig.

Aspecte ale vieții lui Berezin sunt redate de către Dimitri Gitman (care din 1992 lucrează la *Instituto de Fisica, Universidade de São Paulo*) în contribuția sa *My encounters with Felix Alexandrovich Berezin – Snapshots of our life in the 1960s, 70s and beyond* din [18]. D. Gitman relatează mai întâi istoria familiei sale evreiești, până în momentul în care familia sa ajunge în orașul Tomsk din Siberia, tot în urma „Cazului doctorilor". Dimitri Gitman a absolvit secția de fizică a Universității de Stat din Tomsk și face cunoștință cu Berezin, solicitându-i ajutor în probleme de diagonalizare a unor hamiltonieni cu termeni pătratici în operatorii de creare și anihilare bozonici. Gitman relatează participarea lui Berezin la celebrele seminarii ale lui Landau de la Institutul de Fizică Teoretică din Moscova, care a apreciat importanța lucrărilor lui Berezin în supersimetrii și superstringuri numai după apariția lucrărilor lui Polyakov. De asemenea, Gitman descrie în detaliu sprijinul acordat de Berezin în calitatea sa de referent la teza sa de doctor. Berezin și Gitman au devenit prieteni, împărtășind aceleași idei anti-staliniste, aceeași simpatie pentru Sakharov și Solzhenitsyn. Berezin a fost fascinat de povestirile lui Gitman despre vizitele lui în Kolyma din 1973 și 1974. Gitman fusese numit într-o comisie de examinare în învățământ la Magadan, capitala Kolymei. În cele două deplasări ale sale de câte o lună și jumătate, Gitman a putut lua contact direct cu ex-prizonieri ai lagărelor de concentrare din Kolyma. Povestirile sale au alimentat dorința lui Berezin de a vizita acele locuri.

Berezin era ancorat în realitatea vieții din URSS din acele timpuri și a protestat împotriva unor abuzuri ale regimului sovietic. În contribuția sa *About Alik Berezin and*

his time din [18], Victor Palamadov relatează că Berezin s-a numărat printre cei 99 de matematicieni semnatari ai scrisorii de protest împotriva arestării matematicianului Esenin-Volpin, fiul poetului Serghei Esenin, care la rândul lui protestase împotriva arestării dizidenților ruși Yuli Daniel și Andrei Sinyavsky.

Vorbind despre dificultatea de a înțelege caracteristicile unei epoci pe care nu o trăiești, în prezentarea sa *Cu și fără Felix Berezin* din [18], Dimitry Leites (care actual lucrează la *Max-Planck-Institute for Mathematics in the Sciences* din Leipzig, Germania) recomanda lectura cărților lui Shalmov [16] și Dombrovski care au descris ororile sistemului opresiv sovietic. Tot el povestește cum matematicianul Robert Milnos a fost pedepsit pentru o abatere prin a merge cu studenții la cules cartofi – poate aceste lucruri impresionează pe occidentali, dar nu sunt o noutate pentru noi, cercetătorii români care am trăit în acele vremuri în România.

Berezin – moartea în Kolyma

Se apreciază că regimul comunist sovietic este responsabil de moartea a aproximativ 20 milioane de cetățeni ai URSS (*datele referitoare la Gulag sunt extrase din [17] – n.a.*).

O formă de reprimare a populației din URSS a fost *Gulag*-ul. *Gulag* este o prescurtare a instituției „Direcția centrală a lagărului de muncă de corecție și colonii" a NKVD-ului și a funcționat în perioada 1930-1953. O glumă populară în URSS zice că NKVD-ul are cea mai înaltă clădire din Moscova: de pe acoperișul ei se vede Magadanul!

Contrar opiniei curente, în lagărele de concentrare ale Gulagului numai aproximativ un sfert din deținuți erau condamnați politici. Restul erau condamnați pentru delapidarea proprietății socialiste, infracțiuni contra legii pașapoartelor, sabotaj, huliganism, ... După aceeași sursă, statul sovietic este responsabil față de propriul popor cu:

- moartea a 6 milioane de oameni în urma foametei din 1932-1933, ca urmare a colectivizării forțate;
- 720 000 execuții în urma unei judecăți sumare a NKVD-ului;
- un număr cumulat de internări în lagărele și coloniile Gulag-ului de 7 milioane de persoane între 1934 și 1941, dintre care aproximativ 2 200 000 deportați în colonii speciale; 600 000 de decese atestate printre deportații deplasați în colonii speciale; 300 000 de decese atestate în lagărele de concentrare numai în perioada 1934 – 1940.

La 1 ianuarie 1940, cele 53 ansamble de lagăre de muncă corectivă și cele 425 colonii de muncă corectivă regrupau 1 670 000 deținuți, pentru ca un an mai târziu să conțină 1 930 000 deținuți.

Berezin era obsedat de lagărele din Gulag. Palamadov povestește că, după o conferință la Krasnoiarsk în 1969, s-a organizat o excursie pe Yenisei. Cu această ocazie participanții la vizită au ajuns și în orașul Norilsk, aflat dincolo de cercul polar, unde Alik a putut „admira" ruinele lagărului de concentrare. În 1935 guvernul sovietic lansase un proiect de construcție a unui combinat de cupru la Norilsk, unde la începutul anilor `50 munceau 70 000 deținuți.

Regiunea Kolyma era una din locațiile cele mai cumplite ale lagărelor de concentrare ale Gulag-ului. La Kolyma se ajungea numai pe mare. Portul celebrului Magadan a fost construit de deținuți. În 1939 erau 138 000 deținuți în Kolyma. Din 1932 în 1939, producția de aur extrasă de deținuții de la Kolyma a crescut de la 276 kg la 48 tone, reprezentând 35 % din producția URSS din acel an. Desigur, drumurile de acces între lagăre și locurile de extracție a aurului au fost construite tot de deținuți.

După contactul cu supraviețuitorii lagărelor de concentrare din Kolyma, Gitman declara referitor la Solzhenitsyn, autorul celebrei cărți *Arhipeleagul Gulag*: „Cred că acesta nu a văzut ce era mai rău".

În anul 1980 Berezin a participat la o expediție geologică în Kolyma, unde și-a găsit moartea. Ce se știe despre circumstanțele sfârșitului lui Berezin povestește pe larg a doua soție a sa, Elena Karpel, în *The Last Journey. Remembering F.A. Berezin* din [18]. Relatarea Elenei Karpel este datată „Iulie 2005, La Rochelle" și conține multe referiri și la viața lui Berezin. Fără a intra în detalii, menționăm numai că doamna Karpel era medic și lucra la Institutul de Chirurgie A. V. Vishnevskii din Moscova. Vestea morții lui Berezin a venit fulgerător, și, ca atare, doamna Karpel trebuia să meargă în Kolyma să organizeze și să supravegheze transportul coșciugului lui Berezin la Moscova. Regiunea Kolyma era și la acea dată o zonă cu acces limitat și pentru a cumpăra biletele de avion Moscova-Magadan era nevoie de telegrama care anunța decesul. Zborul Moscova-Magadan se făcea cu escală la Krasnoyarsk, Siberia, fiind o diferență de 8 fuse orare. La Magadan, Elena Karpel a fost întâmpinată de prietenul lui Berezin, fizicianul Misha Gelman, care lucra la Institutul de Geofizică din Magadan. Gelman îi facilitase participarea lui Berezin la expediția geologică din Seymchan, unde Berezin era unul dintre cei doi asistenți ai celor doi geologi responsabili de expediție. Seymchan este situat la aproximativ 500 de km de Magadan, unde membrii expediției au ajuns cu elicopterul, care i-a lăsat în taiga, împreună cu materialele necesare. Timp de o lună expediția nu a întâlnit nici un om. În ultima zi a expediției trebuiau să se deplaseze pe râu până într-un punct de unde urma să fie preluați. Deplasarea pe râul Seymchan s-a făcut cu o barcă de cauciuc gonflabil. După răsturnarea bărcii pe râul sălbatic de munte, în care pluteau mulți arbori, numai trei din coechipieri au ieșit la suprafață – Berezin nu a reușit. Toate acestea

le-a aflat Doamna Karpel de la colegii supraviețuitori ai expediției. Procurorul care investiga cazul a prezentat raportul asupra decesului, fiind considerat un accident complet elucidat. Coșciugul lui Brezin a fost însoțit și de colegul de servici al lui Berezin, Palamdov, însărcinat oficial de Universitate să supravegheze aducerea la Moscova a coșciugului lui Berezin. Toată relatarea Elenei Karpel are un caracter de umor negru, care descrie și „aventura" plimbării prin Mosocva a coșciugului, în vremea când la Moscova urma să se deschidă Olimpiada și americanii tocmai anunțaseră că nu vor participa la Jocurile Olimpice, ca reacție la invazia sovietică în Afganistan. În același timp cu Berezin s-a stins din viața și Vladimir Vysotsky (1938 – 1980).

Berezin a fost incinerat. Pe piatra sa de mormânt din cimitirul Vostriakovskoe se poate citi:

BEREZIN Felix Aleksandrovich,
Matematician, 1931 – 1980.

Mulțumiri. Vreau să exprim mulțumiri pentru sugestiile la lectura manuscrisului lui I. Berceanu, S. Cojocaru, F. Cotorobai, H. Scutaru, R. Zamfirescu.

Bibliografie

[1] Advances in the Mathematical Sciences, Contemporary Mathematical Physics, R. L. Dobrushin and R. A. Minlos (Eds.), American Mathematical Society Translations, Series 2, Advances in the Mathematical Sciences **175** 1996

[2] S. Berceanu, *Classical and quantum evolution on Siegel-Jacobi manifolds*, pp 43–52 in [20].

[3] F. A. Berezin. *Laplace operators on semisimple Lie groups* Trudy Moskov. Math. Obshchestva **6** (1957) 371–463 (Translated in: Amer. Math. Soc. Transl. (2) **21** (1962) 239–339)

[4] F. A. Berezin. *Letter to the editor* Trudy Moskov. Mat. Obshch. **12** (1963) 453–466

[5] Berezin, F. A. *Canonical operator transformations in representation of second quantization* (Russian) Dokl. Akad. Nauk SSSR **137** (1961) 311–314

[6] F. A. Berezin, *Metod vtorichnogo kvantovaniya*. (Russian) [*The method of second quantization*] Izdat. „Nauka", Moscow 1965, 235 pp

[7] F. A. Berezin and G. I. Kac, *Lie groups with commuting and anticommuting parameters*. Mathematics of the USSR-Sbornik, **11(3)** (1970) 311–325

[8] F. A. Berezin, *Covariant and contravariant symbols of operators*. (Russian) Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat. 36 (1972) 1134-1167

[9] F. A. Berezin, *Quantization*. (Russian) Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat. **38** (1974) 1116–1175

[10] F. A. Berezin, *Quantization in complex symmetric spaces*. (Russian) Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat. 39 (1975) 363–402

[11] F. A. Berezin, *General concept of quantization,* Commun. Math. Phys. **40** (1975) 153–174

[12] F. A. Berezin and M. S. Marinov, *Particle spin dynamics as the Grassmann variant of classical mechanics*. Annals of Physics 104 (1977) 336–362

[13] F.A. Berezin, *Models of Gross-Neveu type are quantization of a classical mechanics with nonlinear phase space*, Commun. Math. Phys. **63** (1978) 131–153

[14] F. A. Berezin and M. A. Shubin. *The Schrödinger equation*, Moscow State University Press, Moscow, 1983. Transl. into English: Kluwer, Dordrecht, 1991

[15] N. N. Bogolyubov, I. M. Gelfand, R. L. Dobrushin, A. A. Kirillov, M. G. Krein, D. A. Leites, R. A. Minlos, Ya. G. Sinai, and M. A. Shubin, *Feliks Aleksandrovich Berezin. Obituary* (in Russian). Uspekhi Mat. Nauk **36** (1981) 185-190.

[16] V. Chalamov, *Récits de la Kolyma*, F. Maspero, 1980, rééd. La Découverte, Fayard, 1986.

[17] S. Courtois, *Le Livre noir du communisme: Crimes, terreur, repression* Robert Laffont, Paris, 1997

[18] *Felix Berezin, Life and death of the mastermind of supermatematics*, Editor M. Shifman, World Scientific, 2007

[19] *Felix Berezin at the Mathematics Genealogy Project*, http://genealogy.math.ndsu.nodak.edu/

[20] Geometric Methods in Physics: XXX Workshop, Białowieża, Poland, June 26 to July 2, 2011 (Trends in Mathematics), P. Kielanowski, S. T. Ali, A. Odzijewicz, M. Schlichenmaier, T. Voronov, (Eds.) 2013, 431 p., Birkhäuser, Basel

[21] Evghenia Ghinsburg, *Within the Whirlwind*. Harvest/HBJ Book, 1982

[22] Journal of Nonlinear Mathematical Physics **11** 2004, Proceedings of the XXI and XXII Workshops on Geometrical Methods in Physics, June/July 2002 and 2003 Białowieża, Poland, S. T. Ali, P. Kielanowski, A. Odzijewicz, M. Schlichenmaier (Eds.)

[23] S. G. Gindikin, *Invariant generalized functions on homogenous domains* (Russian) Funct. Analysis Appl. **9** (1975) 56-58

[24] S. G. Gindikin, *On one result of F. Berezin*, in [20], pp 63-69

[25] A. Karabegov, Y. Neretin, T. Voronov, *Felix Alexandrovich Berezin and his work*, arXiv:1202.3930 [math.HO]

[26] Yu. I. Manin, M. A. Markov, S. P. Novikov, V. I. Ogievetsky, V. Ya. Faynberg, and E. S. Fradkin *Feliks Aleksandrovich Berezin (Obituary)* Soviet Physics Uspekhi **24** (1981) 528

[27] R. A. Minlos, *Breve biographie scientifique de F.A. Berezin* Lett. Math. Phys. **74** (2005) 5-19; *SMF Gazette* **110** (2006) 30-44

[28] Y.A. Neretin, *La methode de la seconde quantification de F. A. Berezin, Regards quarante ans plus tard*, hal-00478476, version 1 – 30 Apr 2010

[29] A. M. Perelomov, *Generalized Coherent States and their Applications*, Springer, Berlin, 1986

[30] A. M. Vershik, *On F. A. Berezin and his work on representations of current groups*, Journal of Mathematical Sciences **141** (2007), Translated from Zapiski Nauchnykh Seminarov POMI, **331** (2006) 5–14

S. Berceanu, *DFT, IFIN-HH*
email: berceanu@theory.nipne.ro

Doctor în chimie Olimpiu Marius Constantinescu (1931 – 2012)

Domeniul de studiere a elementelor transfermiene și supragrele prezintă o importanță deosebită la scară mondială în fizica și chimia modernă. Producerea elementelor transfermiene prin reacții nucleare induse de ioni grei accelerați și studierea proprietăților lor fizice și chimice constituie o etapă complet nouă și specifică, de mare importanță pentru știință, în procesul de extindere a Sistemului Periodic al Elementelor, a limitelor noastre de cunoaștere. Cercetările în acest domeniu fascinant al științei s-au putut dezvolta numai în câteva centre mari de investigare, cum ar fi: IUCN – Dubna (Rusia), Berkeley (SUA), Darmstadt (Germania), RIKEN (Japonia), în care lucrează un personal superspecializat. Domeniul acesta face parte din Fizica și Chimia modernă.

Dr. Olimpiu Constantinescu a fost singurul specialist din România care a lucrat în domeniul elementelor transfermiene, la sinteza, separarea chimică și studiul proprietăților elementelor supragrele, ultimele elemente cunoscute până în prezent în Sistemul Periodic, făcând parte dintr-o echipă internațională de specialiști în acest domeniu. Menționez că numai prin separare chimică este recunoscut internațional un nou element.

Dr. Constantinescu a fost cercetător principal la Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară – Horia Hulubei, unde a fost unul din pionierii radiochimiei din țara noastră. A lucrat 15 ani în Institutul Unificat de Cercetări Nucleare (IUCN) – Dubna, în Laboratorul de Reacții Nucleare și, de asemenea, 1 an la Centre d'Etudes Nuclèaires – Grenôble și timp de câțiva ani câte 6 luni la Institut de Physique Nuclèaire Orsay.

A lucrat la sinteza de noi izotopi, separarea și studierea proprietăților multor elemente transfermiene și supragrele cu Z = 101, 102, 104, 105, 106, 108, 109, 110 și 114. Pentru sinteză s-a folosit bombardarea țintelor grele cu ioni de ^{48}Ca și cu ioni de ^{18}O, ^{20}Ne, ^{40}Ar accelerați etc. Întrucât izotopii radioactivi ai acestor elemente care se obțin în cantități foarte mici, de ordinul a zeci sau sute de atomi, prezintă timpi de înjumătățire scurți sau foarte scurți, s-au elaborat scheme de separări radiochimice rapide din țintele iradiate care asigurau un grad înalt de purificare. Pentru implementarea acestora a elaborat instalații originale, ca de exemplu RACHEL (Rapid Aqueous Chemistry Apparatus for Heavy Elements) pentru separarea rapidă și continuă a izotopilor de viață scurtă a transfermienelor și supragrelelor.

La elementele 104 (Rutherfordium), 105 (Dubnium) și 106 (Seaborgium) a făcut scheme radiochimice de separare, rapide și eficiente, bazate pe schimbul ionic pe rășini pentru separarea de produșii de reacție și de transfer, și a studiat comportarea chimică a acestora în soluții.

În cazul Dubniului (elementul 105), al cărui nume consfințește contribuția importantă a Laboratorului de Reacții Nucleare din Dubna la sinteza elementelor transfermiene și supragrele, a elaborat o nouă metodă de sinteză a izotopului cu viața cea mai lungă ^{262}Db (T = 34s), iradiind o țintă de ^{248}Cm cu ioni de ^{19}F.

Dr. Constantinescu a lucrat, de asemenea, la elementul 108, la sinteza și separarea radiochimică a izotopilor ^{270}108 și ^{271}108 prin iradierea ^{226}Ra cu ioni de ^{48}Ca accelerați, iar în cazul elementului 110 la sinteza și separarea acestuia, iradiind ^{235,236}U cu ioni de ^{40}Ar și folosind o schemă de separare bazată pe cromatografia de schimb ionic și cea de extracție pe coloană. A făcut parte din echipa internațională de specialiști care a urmărit sinteza elementului 114. Astfel a participat la experimentele preliminarii ale căror rezultate au permis să se abordeze sinteza elementului 114 iradiind ținte de ^{244}Pu cu ioni de ^{48}Ca, care au dus mai târziu la punerea în evidență pentru prima oară la IUCN – Dubna a noului element supragreu 114.

Tot în acest domeniu a elaborat metode de preparare a țintelor nucleare pe foițe de carbon foarte subțiri prin „electrospraying" și pe foițe metalice prin electrodepunere din mediu de α-hidroxiizobutiratul de amoniu, pentru măsurători α.

Pentru aceste cercetări a primit în 1985 premiul Institutului Unificat de Cercetări Nucleare (IUCN) Dubna, în 1987 premiul „Gh. Spacu" al Academiei Române pentru contribuții la sinteza noilor elemente transuraniene, iar în anul 1994 premiul „G.N. Flërov" al Laboratorului de Reacții Nucleare – Dubna.

De asemenea, Dr. Constantinescu a participat la un program cu o largă colaborare internațională privind izomerul de spin înalt al Hafniului, ^{178m2}Hf, care are un timp de viață relativ lung (31 ani) și o energie de excitare relativ redusă (2,45 MeV) și care constituie caz unic în Sistemul Periodic. Această colaborare care a debutat între IUCN – Dubna și Institut de Physique Nuclèaire – Orsay a cuprins 16 mari institute din 6 țări (Rusia, Franța, Germania, Marea Britanie, SUA, România). Programul la care a lucrat, și-a propus și a realizat pentru prima oară producerea acestui izomer, extracția chimică cu un înalt grad de purificare a izotopilor Hafniului, separarea izotopică a acestora și prepararea de ținte cu microcantități de izomer ^{178m2}Hf. Acestea au servit la efectuarea unei serii de experimente cum ar fi studii de reacții de transfer (p,t), de difuzie inelastică a protonilor (p,p') și a deuteronilor (d,d'), experimente de spectro-

scopie laser colineară, de captură neutronică precum şi studii privind excitarea Coulombiană şi rezonanţele neutronice pe un astfel de izomer de spin înalt.

La rezolvarea unor probleme de Radiochimie şi Chimia Radiaţiilor, Dr. Constantinescu a folosit şi metoda Rezonanţei Paramagnetice Electronice (RPE) urmărind 2 direcţii:

- studiul unor noi radicali liberi produşi prin iradiere γ şi cu neutroni în sisteme chimice anorganice;
- studiul unor compuşi noi coordinativi ai elementelor din grupele de tranziţie.

În ceea ce priveşte prima direcţie, a pus în evidenţă şi a studiat noi specii de radicali liberi în diferiţi oxi compuşi iradiaţi ai Seleniului, Telurului, Cromului, Molibdenului şi Wolframului. Rezultate interesante a obţinut la iradierea monocristalelor de oxi compuşi ai Arsenului – arseniaţi feroelectrici şi antiferoelectrici – radicalii puşi în evidenţă fiind folosiţi ca sonde microscopice pentru studierea structurii şi simetriei locale, precum şi a mecanismului intim al tranziţiilor de fază la trecerea prin punctul Curie. De menţionat că schemele de radioliză propuse în cazul oxi anionilor Seleniului au fost citate şi preluate pentru explicarea radiolizei altor oxi anioni iradiaţi cum ar fi metalele bivalente. În ceea ce priveşte cea de-a doua direcţie abordată tot din acest domeniu, Dr. Constantinescu a făcut o serie de studii pe complecşi noi sintetizaţi ai Cu (II) cu diferiţi liganzi, precizând cu ajutorul spectrelor RPE structura şi estimând gradul de covalenţă al legăturilor chimice cu liganzii. A efectuat cercetări privind eficacitatea de separare a unor radioelemente prin diferite metode radiochimice şi în special prin cromatografia de schimb ionic. A elaborat o metodă nouă, eficace de separare a unor elemente cum ar fi: Cu, Zn, Cr, Mn şi lantanide. Lucrarea "Contribution to the Use of Organic Solvent Eluants in Cationic Exchange" a fost prima lucrare de Radiochimie din ţara noastră care a fost prezentată la Conferinţa Internaţională de la Geneva din 1958 privind folosirea energiei atomice în scopuri paşnice <Geneva Conf. P 24/1424, vol. 28, (1958), 58>. Lucrarea a fost primită cu deosebit interes, fiind citată în multe lucrări de specialitate şi monografii. A participat şi a făcut comunicări la multe Conferinţe Naţionale şi Internaţionale. A publicat peste 200 lucrări în reviste de specialitate, precum şi 2 monografii în colaborare:

"Rezonanţa Paramagnetică Electronică. Aplicaţii în Chimie şi Biologie", Editura Tehnică, 1966.

"Chimia radiaţiilor", Editura Ştiinţifică, 1969.

Lucrările au fost citate în peste 300 de articole de specialitate şi monografii.

Academician Prof. Dr. A. Săndulescu

Aniversarea a 50 de ani de Chimie Nucleară la Măgurele, 2 - 4 iulie 2001, Reactor; Olimpiu Constantinescu, rândul din faţă, primul din dreapta.

Olimpiu Constantinescu – o viață de cercetător

În anul 1955 a absolvit Facultatea de Chimie a Universității din București, secția Chimie-Fizică cu Diploma de Merit nr. 22110/12.10.1957, fiind şeful promoției de chimişti seria 1955.

În toamna aceluiaşi an a fost angajat la Institutul de Fizică Atomică (IFA) de la Măgurele ca cercetător stagiar la un laborator nou înființat, Laboratorul de Radiochimie, de altfel primul de acest gen din România, unde a început să lucreze sub îndrumarea Prof. Dr. Silvia Ionescu, chimista de prestigiu şi întemeietoarea Şcolii de Radiochimie din țara noastră.

Activitatea domnului Olimpiu Constantinescu a început prin amenajarea şi dotarea Laboratorului de Radiochimie după care a putut trece la probleme de cercetare propriu-zisă.

În cei 50 de ani de activitate ca chimist într-un Institut de Fizică Nucleară a lucrat în mai multe domenii. Astfel, în primii ani de cercetare a abordat un domeniu relativ nou pentru vremea aceea privind folosirea răşinilor schimbătoare de ioni pentru separarea efectivă a radioizotopilor diferitelor elemente. A propus o metodă nouă şi eficace care folosea solvenți organici în amestec cu acizi minerali ca agenți de eluție efectivi în schimbul cationitic. În lucrările efectuate a studiat comportarea diferiților ioni cum ar fi Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, Mn^{2+} şi ioni ai lantanidelor pe schimbători cationitici (KU-2, Dowex 50, R-21) în medii mixte care conțineau diferite concentrații de HCl în amestec cu solvenți organici ca: acetona, alcool etilic, izopropilic, n-butilic, izoamilic etc. De menționat că lucrarea privind posibilitatea folosirii acestor agenți eluanți la separarea Zn şi Cu, lucrând cu izotopii radioactivi ai acestora, a fost prima lucrare de radiochimie prezentată de țara noastră la Conferința Internațională de la Geneva din 1958 (Geneva Conf. P24/1424, vol. 28 <1958>, p. 58) privind folosirea în scopuri paşnice a energiei atomice. Lucrarea a fost primită cu mult interes, fiind cerută ulterior de o serie de cercetători specialişti în domeniu şi citată în articole şi chiar în monografii de specialitate cum ar fi:

- "The Radiochemistry of Zn", U.S. Atomic Energy Comission, National Academy of Science, Nuclear Science Series (1960) p. 32;
- Olaf Samuelson, "Ion Exchange Separation in Analytical Chemistry", New York (1963) p. 395;
- James S. Fritz, Thomas A. Rettig, Analytical Chemistry, 34(1962) p. 1562
- P. C. Van Erkelens, Anal. Chim. Acta, 25(1961) p. 43
- M. Lederer, V. Moscatelli, C. Padiglione, J. Chromatography, 10(1963) p. 92.

De asemenea şi lucrările mai sus menționate au fost citate în:

- "The Radiochemistry of the Rare Earth, Sc, Y and Ac", U.S. Atomic Energy Comission, National Academy of Science, Nuclear Science Series (1961) p. 150;
- "Chromatographic Separation of the Lanthanide and Actinide Elements", International Atomic Energy Agency, Vienna (1964), p. 26.

Preocuparea pentru domeniul schimbătorilor de ioni a continuat de-a lungul întregii sale activități şi mai ales în perioada în care a lucrat în domeniul elementelor supragrele, despre care însă veți găsi relatări mai târziu.

Este de menționat aici o serie de lucrări în care a studiat comportarea la absorbție din medii de HCl a elementelor din grupele I-V, folosind izotopi radioactivi ai acestora cu timpi de înjumătățire convenabili, pe nichel hexacianoferat (II) – un schimbător de ioni "composite". S-au determinat condiții optime pentru separarea diferiților ioni, punându-se în evidență o puternică absorbție a elementelor monovalente pentru un domeniu larg de aciditați. A folosit această proprietate a nichel hexacianoferatului (II) ca schimbător de ioni "composite" pentru separarea şi purificarea înaltă a ^{223}Fr ($T_{1/2}$ = 21,8 min) de produşii săi de dezintegrare, în principal de ^{223}Ra ($T_{1/2}$ = 11,43 d). În aceste condiții, folosind un dispozitiv de separare continuă s-a obținut pentru prima dată spectrul gamma pur al ^{223}Fr, fără liniile gamma perturbatoare ale produşilor săi de dezintegrare, punându-se în evidență un număr de 88 noi tranziții gamma.

Un al doilea domeniu pe care l-a abordat după 1962 a fost acela al rezonanței paramagnetice electronice (RPE). Aceasta s-a produs ca urmare a faptului că la IFA tocmai se construise primul aparat de Rezonanță Paramagnetică Electronică şi, la sugestia Direcției Institutului, de a găsi domenii de aplicabilitate ale acestuia.

Cercetările pe care le-a efectuat s-au desfăşurat pe două direcții şi anume folosirea metodei de Rezonanță Paramagnetică Electronică la studiul radicalilor liberi formați la radioliza unor compuşi chimici anorganici solizi şi o altă direcție studierea prin această metodă sensibilă a structurii unor noi combinații complexe ale elementelor de tranziție cu diferiți liganzi organici.

În ceea ce priveşte prima direcție, a studiat prin RPE produşii paramagnetici (centrii paramagnetici) formați prin iradiere (gamma, neutroni, electroni, ioni implantați) într-o serie de oxi compuşi ai unor elemente mai puțin studiate cum ar fi Se < SeO_4Na_2, $SeO_4(NH_4)_2$, SeO_3Na_2, SeO_3Ag_2 >, Te < TeO_4Na_2, TeO_3Na_2>, Cr < CrO_4Ba, $Cr_2O_7K_2$, Cr_2O_7Ba, $CrO_4(NH_4)_2$, $Cr_2O_7(NH_4)_2$ >, Mo < $Mo_7O_{24}(NH_4)_2$, MoO_4Na_2 >, W < $5(NH_4)_2O{\cdot}12WO_3{\cdot}5H_2O$, WO_4Na_2 > şi Re < ReO_4Na >.

Spectrele de RPE obținute i-au permis să precizeze natura centrilor paramagnetici formați, rezistența lor termică, dependența concentrației acestora de doza de iradiere, de temperatura la care s-a făcut iradierea, de condițiile de preparare cât şi de natura radiațiilor folosite. În spectrele RPE în care s-a putut observa o structură hiperfină (cum a fost spre exemplu în cazul $SeO_4(NH_4)_2$ iradiat gamma) din valorile tensorului hiperfin a calculat distribuția densității spinului impar în orbitalii "s" şi "p" ai atomilor din radicalul considerat.

Un interes particular l-a acordat studierii sărurilor de amoniu ale elementelor considerate întrucât s-a pus în evidență prin RPE formarea unor radicali de tip NH_3^+ precum şi a unor specii radicalice care conțineau elementele considerate în stări de valență inferioare. Astfel, în cazul oxi compuşilor cu Cr (VI), Mo (VI) şi W (VI) a pus în evidență specii radicalice cu aceste elemente în starea de valență V – stare mai dificil de studiat prin metode chimice uzuale, dar care prin RPE a putut fi bine pusă în evidență şi caracterizată.

Pentru centrii paramagnetici produşi, a studiat cinetica formării şi a recombinării lor propunând scheme radiolitice adecvate care cuprind procese primare de ionizare şi excitare urmate de procese de descompunere şi interacţii ale produşilor primari. O parte dintre aceste rezultate au fost prezentate la conferinţe naţionale şi internaţionale cum ar fi: "A III-a Conferinţă Republicană de Chimie, Timişoara, Iunie (1966) " şi "Al XIV-lea Colloque AMPERE, Lublijana (1966)".

De menţionat că schemele radiolitice care explică mecanismul formării radicalilor liberi prin iradierea oxi compuşilor de seleniu studiaţi au fost citate şi preluate în lucrarea: Acad. V. I. Spitin, A. S. Medvedev, V. V. Gromov, V. F. Stanko, DAN SSSR, 195, 3 (1970), privind destrucţiile provocate de radiaţii în seleniaţi ai metalelor bivalente unde sunt citate trei dintre lucrările colectivului. De asemenea, în monografia lui V. I. Spitin şi V. V. Gromov "Fiziko-himiceskie svoistva radioactivnah tverdah tel", Moskva Atomizdat (1973), la paginile 50 şi 52 sunt citate rezultatele pe oxi compuşi ai seleniului iradiaţi comparativ cu rezultate pe sulfaţi.

În lucrarea: K. D. J. Root, M. T. Rogers, "ESR Spectra of Inorganic Radicals and Ions" apărută în "Spectroscopy in Inorganic Chemistry", vol. II, p. 116-174, sunt citate rezultatele obţinute în cazul iradierii $SeO_4(NH_4)_2$ cu neutroni şi radiaţii gamma (p. 135).

În această perioadă a scris în colaborare monografia: "Rezonanţa paramagnetică electronică. Aplicaţii în chimie şi biologie", Ed. Tehnică, Bucureşti, 1966.

În 1969-1970 a lucrat un an de zile la Centre d'Etudes Nuclèaires Grenôble (CENG) în laboratorul de Rezonanţă Magnetică unde a studiat prin RPE centrii paramagnetici formaţi prin iradiere în monocristalele de KH_2AsO_4, KD_2AsO_4 – compuşi fero electrici şi $NH_4D_2AsO_4$ şi $ND_4D_2AsO_4$ – antifero electrici. Radicalii formaţi prin iradiere în aceşti compuşi, puşi în evidenţă prin spectrele RPE, au fost utilizaţi ca sonde microscopice pentru studiul structurii şi simetriei locale şi, de asemenea, pentru precizarea mecanismului intim al tranziţiilor de fază în cazul fero electricilor şi antifero electricilor cu legături de H. Tot cu ajutorul spectrelor RPE a urmărit modul de acumulare a acestora precum şi recombinarea lor, determinându-se energiile de activare ale proceselor corespunzătoare. De asemenea, a stabilit comportarea acestor centri paramagnetici la trecerea prin temperatura Curie, punându-se în evidenţă schimbări spectaculoase în spectrele RPE, perfect reversibile, în special la monocristalele de NH_4DAsO_4 şi $ND_4D_2AsO_4$, care au condus la identificarea în fază antifero electrică pe lângă cele două configuraţii Slater ("Upper" şi "Lower") – găsite şi în faza fero electrică, încă a două configuraţii laterale precum şi a două configuraţii Slater-Takagi cu un singur proton apropiat – configuraţii mai puţin uzuale. Pe baza datelor obţinute a propus o schemă radiolitică menită să explice formarea şi transformările diferiţilor produşi paramagnetici puşi în evidenţă la iradierea acestor compuşi.

Rezultatele obţinute au fost prezentate la diferite conferinţe internaţionale dintre care menţionăm: "Al XVI Colloque AMPERE" (1970), Bucureşti, "Free Radical Congress" (1971), September, Lyon şi "Al XVII Colloque AMPERE" (1972), Türkü.

De asemenea, au fost citate în mai multe articole, dintre care amintim:

- R. O. C. Norman, "Electron Spin Resonance", A Specialist Periodical Report, vol. 2 (1973), p.161;
- F. J. Owens, J. Magnetic Resonance, 20(1975), p. 130;
- I. S. Ginus, S. P. Mishra, M. C. R. Symons, "Unstable Intermediates Part C XXXVI, J. C. S. Dalton (1973) p. 2509.

A scris împreună cu Dr. C. Măntescu monografia "Chimia Radiaţiilor" care a apărut în Editura Ştiinţifică în 1969.

În anul 1972 şi-a dat doctoratul la Universitatea din Bucureşti, Catedra de Chimie-Fizică, susţinând teza de doctorat cu titlul "Contribuţii la studiul prin RPE al centrilor paramagnetici formaţi prin iradierea unor oxi compuşi ai elementelor din grupele V şi VI", conducător ştiinţific fiind Acad. Prof. Dr. Ilie Murgulescu.

Tot prin RPE a mai studiat centrii paramagnetici formaţi în procese de fotoliză; spre exemplu, a pus în evidenţă speciile intermediare radicalice care intervin la fotoliza difenil, diazometanului şi, de asemenea, în cazul azibenzilului la care, pe baza intermediarilor puşi în evidenţă şi a cineticilor de descompunere s-a propus o schemă de fotoliză adecvată. Rezultatele obţinute în cazul azibenzilului au fost prezentate la "VIII-th International Conference on Photochemistry", 1975, Edmonton, Canada.

O a doua direcţie abordată tot din acest domeniu a fost aceea a folosirii metodei RPE la studiul unor combinaţii complexe ale elementelor tranziţionale. Cele mai multe studii le-a făcut pe complecşi ai Cu(II) cu diferiţi liganzi cum ar fi benzidina, difenilamina, orto-fenantrolina, piridina şi beta-picolina.

Într-o serie de lucrări a studiat prin RPE o serie de compuşi coordinativi noi ai Cu (II) sintetizaţi la Catedra de Chimie Anorganică a Universităţii din Bucureşti cu N, N' dimetil-biguanide de tipul $[Cu(Me_2Big)_2]X_2$ şi $[Cu(Me_2Big)X_2]$ unde X = Cl^-, Br^-, HO^-, NO^-_3, NCS^-, NCO^-, N_2 şi cu morfolinbiguanida $Rbig(OC_4H_8{\cdot}C_2H_5N_5)$ de tipul $[Cu(RBig)]X_2$ şi $[Cu(RBig)X_2]$ unde X are semnificaţiile ca mai sus. S-au precizat modurile de legare a cuprului cu liganzii şi folosind relaţiile dintre parametrii spectrelor de RPE, Hamiltonianul pentru simetria axială şi schema LCAO-MO pentru simetria D_{4h}, s-au calculat valorile lui α, β şi δ – constantele LCAO-MO care descriu caracterul covalent al legăturilor σ şi π în plan şi în afara planului pentru complecşii studiaţi.

A studiat, de asemenea, spectrele de RPE a 3 complecşi chelatici ai Cu (II) formaţi cu liganzi din clasa 1-metil-2-carbetoxi-glioxalanil-1-fenilhidrazona (2) substituiţi la inelul benzenic al grupării hidrazinice, precizându-se structura acestora, precum şi caracterul covalent al legăturilor σ şi π.

O parte din aceste rezultate au fost prezentate la a "XI International Conference on Coordination Chemistry", Haifa (1968) şi la "XVI-Colloque AMPERE", Bucureşti (1970).

Tot folosind RPE a studiat compuşi coordinativi ai Mo (V) cu biguanide substituite (rezultate prezentate la al "XV Congress of Coordination Chemistry", Moscow (1973) şi complecşi ai Ni (II) tot cu biguanide substituite.

În 1973 a fost încadrat prin concurs cercetător principal III la IFA.

Răspunzând orientărilor date de direcţia IFA, a făcut şi o serie de lucrări cu caracter aplicativ. Astfel, folosind izotopi radioactivi obtinuţi la reactorul institutului a realizat primele sinteze de compuşi marcaţi la IFA, cum ar fi acidul oleic, trioleina, iodotirozina marcate cu ^{131}I (T =8 z) şi metionina cu ^{35}S (T= 87,5 z), produse de utilitate medicală.

Colaborând cu cercetători ai Institutului de Cercetări Fore-

stiere a antamat pentru prima oară în ţara noastră o serie de lucrări privind folosirea radioizotopilor în Silvicultură. Astfel, cu ajutorul izotopilor radioactivi a studiat fenomenele de uscare în arboretele de stejar din regiunea de câmpie. Alte aspecte abordate au fost efectul radiaţiilor ionizante asupra seminţelor forestiere urmărind obţinerea unor efecte de stimulare a răsăririi şi a dezvoltării ulterioare, precum şi studiul răsăririi şi a metabolismului puieţilor de Fraxinus Excelsior L rezultaţi din seminţe tratate cu soluţii radioactive de ^{32}P (T=14,3 z). Rezultatele au fost prezentate la al "13 –lea Congres IUFRO", Viena (1961).

A folosit radioizotopi la stabilirea proceselor de absorbţie şi difuzie a insecticidelor sistemice la Populus X, Euramericana Dode Guiner. Rezultatele s-au prezentat la conferinţa privind "Aplicarea radioizotopilor la insecte de importanţă pentru agricultură şi silvicultură", IAEA,Viena (1963).

Tot din domeniul forestier a mai studiat pătrunderea selectivă a pentaclorfenolatului de Na cu ^{24}Na în lemn şi folosirea radioizotopilor la stabilirea defectelor neaparente la placajul PAL şi PFL folosind autoradiografia. La al "8-th International Congress of Soil Science", Bucharest (1964) s-au prezentat rezultate privind studiul capacităţii de schimb cationic a solurilor folosind ^{140}Ba.

Între anii 1964-1975, paralel cu activitatea de cercetare a desfăşurat şi o activitate didactică ca şef de lucrări şi apoi conferenţiar de Radiochimie şi Chimia Radiaţiilor la Cursurile Post-universitare de specializare în utilizarea radioizotopilor şi a tehnicilor nucleare (CUIR) organizate de Comitetul de Stat pentru Energia Nucleară.

Între 1977 şi 1982 a lucrat ca cercetător principal în Institutul Unificat de Cercetări Nucleare (IUCN) Dubna, în Laboratorul de Reacţii Nucleare sub conducerea acad. Prof. G.N. Flërov ca director, şi a acad. Prof. A. Săndulescu director adjunct ştiinţific, în Departamentul de Radiochimie. La Dubna a abordat un alt domeniu legat de elementele trans-plutoniene şi de sinteză şi studiul proprietăţilor elementelor supragrele.

La început a studiat posibilităţi de concentrare prin schimb ionic, extracţie, coprecipitare şi cementare a elementelor grele Tl, Pb, Bi, Hg existente în apele termale din peninsula Celeken (Marea Caspică) vizând concentrarea o dată cu acestea şi a elementelor supragrele (Z=110-116) care ar putea să se găsească, după unele predicţii teoretice, în aceste sisteme.

Apoi a studiat aspecte radiochimice privind sinteza, separarea şi proprietăţile elementelor transfermiene, lucrând aproape la toate elementele de la Mendeleeviu (Z=101) până la elementul 114. Astfel, la Mendelevium (101) a studiat posibilitatea preparării ţintelor pentru măsurători α spectrometrice, elaborând o metodă de electrodepunere pe foiţe de Ni şi Pt din soluţii de α hidroxi-izobutiratul de amoniu, care s-au folosit la separarea 256 Md pe răşini cationitice.

În cazul elementului 102 (Nobelium) a studiat posibilitatea separării sale rapide din amestecul cu actinidele trivalente sau din materialul catcher-ului în care este prins, folosind extracţia pe un criptand, Kriptofix 222, care prezintă o mare selectivitate pentru Sr^{2+} ce se comportă în soluţii apoase ca elementul 102.

În 1990, la invitaţia acad. Prof. Iu Ts. Oganesian a venit pentru a doua oară să lucreze în LIAR ca "veduschi naucinii sotrudnik", continuând să abordeze aspecte radiochimice în studiul sintezei, separării şi a proprietăţilor elementelor transplutoniene. Lucrările pe care le-a efectuat s-au inserat în cadrul unei colaborări internaţionale între IUCN-Dubna cu Institutul de Fizică Nucleară din Orsay, GSI-Darmstadt şi RIKEN-Japonia.

În cadrul acestui program a studiat comportarea chimică a elementelor 104 (Rutherfordium), 105 (Dubnium) şi 106 (Seaborgium) în soluţii. Aceste elemente sunt dificil de obţinut şi de studiat întrucât prezintă izotopi de viaţă foarte scurtă: $^{261}104$ (T=65 s), $^{262}105$ (T-34), $^{263}105$ (T=27 s), $^{263}106$ (T= 0,9 s), şi au secţiuni eficace de producere foarte mici. De aceea, pentru studierea comportării lor chimice a fost nevoie de elaborarea unor scheme radiochimice de separare rapidă, continuă în timpul producerii lor prin iradiere, şi de purificare înaltă. Studiul metodelor de separare şi al proprietăţilor chimice l-a efectuat prin comparare cu comportarea analogilor lor chimici. În acest scop, a efectuat o serie de experienţe model pentru a studia comportarea izotopilor de viaţă scurtă (cu T de la 14 s la 26 minute) ai homologilor acestor elemente, şi anume Hf, Ta şi W ce se obţin prin reacţiile nucleare:

$^{144}Sm (^{20}Ne, xn)^{164-xn}Hf$ n= 4, 5

$^{nat}Eu (^{20}Ne, xn)^{166,169}Ta$ n= 4,5

$^{144}Sm (24Mg, xn)^{168-xn}W$ n= 3, 4, 5.

Iradierile le-a efectuat la ciclotronul U-400 al LIAR-Dubna. De asemenea, tot în acest scop a iradiat cu ioni de ^{16}O la acceleratorul Tandem IPN-Orsay ţinte mono-izotopice de Gd ($^{155,156}Gd$). Pentru separarea rapidă "on-line" a izotopilor de viaţă scurtă a elementelor mai sus menţionate (homologi ai elementelor 104, 105 şi 106) a folosit o instalaţie originală ce permitea o separare şi purificare rapidă şi continuă. Astfel, izotopii radioactivi rezultaţi din reacţiile nucleare menţionate au fost transportaţi rapid cu ajutorul unui jet de aerosoli (NaCl sau KCl) în argon sau helium, dizolvaţi într-un mediu complexant pentru elementele considerate, după care au fost separate selectiv de lantanide şi transplutoniene cu ajutorul unui sistem de 3 coloane cuplate cu răşini schimbătoare de ioni cationitice şi anionitice (Dowex 50 şi Dowex). În aceste condiţii, a studiat comportarea ionilor de Hf, Ta şi W în diferiţi complexanţi ca HF, H_3PO_4, acid oxalic, în concentraţii variabile şi în amestecuri, selectându-se cele mai bune condiţii de separare pentru elementele 104, 105 şi 106.

A participat, de asemenea, la experimentele privind studiul stabilităţii izotopului $^{263}104$ separând radiochimic fracţia elementului 104 de ceilalţi produşi ai reacţiilor nucleare cât şi la studii experimentale privind formarea şi proprietăţile produşilor reacţiei de fuziune la rece cu Z=104-109 (rezultate prezentate la "International Conference on Nuclear and Radiochemistry", 1984, Lindau).

În toată perioada în care a lucrat la IUCN-LIAR Dubna a colaborat strâns cu radiochimişti din Franţa (Orsay, Nisa) efectuând lucrări împreună atât la Dubna, cât şi la Institutul de Fizică Nucleară (IPN) Orsay, în laboratorul de Radiochimie, în care în fiecare an a lucrat câte cel puţin 3-4 luni. În anul 1993 a fost chiar angajat prin concurs pentru 6 luni la IPN-Orsay, la laboratorul de Radiochimie ca Directeur de "recherche associé". Astfel, împreună cu colegii francezi a efectuat la acceleratorul Tandem MP al IPN, iradieri folosind o ţintă de ^{248}Cm bombardată cu ioni de ^{16}O în vederea producerii izotopului $^{261}104$ (T=65s). Folosind o instalaţie de separare rapidă "on-line" ca cea de la Dubna, dar cu o serie de îmbunătăţiri, a reuşit separarea unui număr de câteva sute de atomi ai izotopului cu

masa 261 a elementului 104.

De menționat că în aceste experimente s-a realizat pentru prima oară sinteza la un Tandem a elementului 104.

La elementul 105 (Dubnium), împreună cu colegii francezi de la IPN-Orsay a experimentat o nouă cale de sinteză. Până în prezent, Dubniul se obținea prin reacția nucleară: ^{249}Bk (^{18}O, 5n) ^{262}Db (T= 34 s).

Inconvenientele acestei căi de sinteză sunt legate pe de o parte de perioada relativ scurtă a ^{249}Bk folosit drept țintă, iar pe de altă parte de dificultatea de a produce acest izotop în cantitate ponderabilă.

A propus şi studiat o nouă cale de sinteză a Db, şi anume prin reacția: ^{248}Cm (^{19}F, 5n) ^{262}Db.

Iradierile s-au făcut la acceleratorul Tandem-Orsay, produşii de reacție fiind transportați rapid cu ajutorul unui sistem de jet He - aerosol şi separați apoi rapid şi purificați continuu cu ajutorul dispozitivului RACHEL (Rapid Aqueous Chemistry Apparatus for Heavy Elements). Noua cale de sinteză a elementului 105 a condus la rezultate bune, reuşind să se pună în evidență câteva zeci de evenimente.

În ceea ce priveşte elementul 108, a participat la experimentele de sinteză ale acestuia bombardând o țintă de ^{226}Ra, la ciclotronul U-300 al LIAR - Dubna cu ioni de ^{48}Ca accelerați cu o energie de 236 MeV: ^{226}Ra (^{48}Ca, xn) $^{274-x}$ 108 x=3, 4.

În schema radiochimică de separare a fracției elementului 108 a folosit cromatografia de schimb ionic şi extracția pe coloană de HDEHP pe silicagel. De asemenea s-au determinat randamentele reacțiilor de "fuziune rece" în cazul obținerii izotopilor cu A = 263 - 265 ai elementului 108 bombardând țintele de ^{209}Bi şi $^{207, 208}$Pb cu ioni de ^{55}Mn şi ^{58}Fe accelerați la ciclotron.

A lucrat, de asemenea, la experimentele care vizau sinteza elementului 110 prin bombardarea țintelor de ^{235}U, ^{236}U cu ioni de ^{40}Ar accelerați la ciclotronul U - 400 al LIAR-Dubna. Şi în acest caz a elaborat o schema radiochimică complexă care în prima parte asigura o separare şi purificare a fracției actinidelor trivalente de toate elementele de la Ra la Pu şi de produşii de fisiune prin extracție lichid-lichid şi cromatografie de schimb ionic. După care elementele actinide erau separate individual prin eluție pe o coloană cu Aminex – A-5 folosind diferite concentrații de α-hidroxi-izobutirat de amoniu, o ultimă purificare fiind asigurată pe o coloană cu HDEHP şi pe un anionit.

În ultima parte a activității sale la Dubna a participat în cadrul echipei condusă de Acad. Prof. Iu. Ts. Oganesian la prepararea experimentelor pentru sinteza elementului cu Z = 114 (necunoscut la acea dată) care se prevedea a se realiza prin iradierea timp îndelungat a ^{244}Pu cu ioni de ^{48}Ca accelerați la ciclotronul U-400, cu o energie de 230-250 MeV: ^{244}Pu (^{48}Ca, 4n) ^{288}114.

Un prim ciclu de experimente preliminare la care a participat a privit studiul reacției model – ^{232}Th (^{48}Ca, 4n) ^{276}110 – la care determinarea secțiunii de reacție era foarte importantă pentru precizarea posibilității de sinteză a elementului cu Z=114 prin astfel de reacții. Pentru aceasta, pentru partea chimică era necesar să se separe radiochimic izotopul ^{268}106 (necunoscut până la acea dată) generat prin două dezintegrări α succesive ale nucleului ^{276}110, izotop care ar fi trebuit să aibă după calculele teoretice un timp de înjumătățire între 30 şi 200 de min. A elaborat o schemă de separare radiochimică relativ rapidă a elementului 106 (fracția W şi Mo) de Th din țintă, de produşii de dezintegrare ai Th, de produşii de reacție, cât şi purificarea lui de produşii de transfer (Pa, Ac, U, Pu, Np). Aceasta se baza pe folosirea răşinilor schimbătoare de ioni asigurând un randament de separare de 80-90% şi un grad de purificare de 10^{-4} pentru Pa şi U. Schema a fost testată într-o serie de iradieri ale ^{232}Th cu ioni de ^{40}Ar efectuate la ciclotronul U - 400 în fascicol intern, arătând o bună purificare a fracțiunii elementului 106 de U, Pa, actinide şi produşi de dezintegrare ai Th permițând să se treacă la iradieri ale ^{232}Th cu ioni de ^{48}Ca. Rezultatele obținute au permis să se abordeze încercările de sinteza elementului 114 iradiind ținte de ^{244}Pu care au dus mai târziu la punerea în evidență pentru prima oară la IUCN-Dubna a noului element supragreu 114.

Tot în perioada de lucru la IUCN-Dubna a mai abordat un domeniu interesant de cercetare privind izomerul de spin înalt al Hf, ^{178m2}Hf. Astfel, a participat la un program internațional inițiat de LIAR-IUCN Dubna împreună cu Centre de Spectroscopie Nuclèaire et Spectrometrie de Masse (CSNSM) şi Institut de Physique Nuclèaire (IPN) Orsay care viza izomerul ^{178m2}Hf ce prezintă un spin nuclear înalt I = 16+, cu un timp de viață relativ lung, $T_{1/2}$ = 31 ani, şi o energie de excitare relativ redusă de 2,45 MeV, şi care constituie un caz unic în sistemul periodic. Scopul urmărit de acest program de cercetare era producerea, separarea chimică şi izotopică, precum şi studierea acestui izomer în experimente de fizică şi chimie. Programul a luat o amploare deosebită cuprinzând 16 institute din 6 țări: IUCN-Dubna, CSNSM-Orsay, IPN-Orsay, CENBG-Bordeaux, GSI-Darmstadt, LMU şi TU Münich, Jagellonian University-Cracow, Sussex University, Mainz University, Laboratoire A. Cotton-Orsay, Kurciatov Institute-Moscow, CEA-France, Princeton University, IFA-Bucureşti, CEBAF-Newport (Virginia), Vanderbilt University.

Producerea unor micro-cantități de izomer s-a efectuat la ciclotronul U-200 al IUCN-Dubna iradiind cu particule α de energie 36 MeV, ținte de Yb_2O_3, la primele iradieri îmbogățite în ^{176}Yb (95,7%), iar apoi supra-îmbogățite în ^{176}Yb, conform reacției nucleare: ^{176}Yb (α, 2n) ^{178m2}Hf.

S-au folosit intensități mari de curent de ordinul 100 μA timp de 30 de zile neîntrerupt efectuându-se un număr de 11 iradieri în care s-au produs aproximativ 2 x 10^{15} nuclei de ^{178m2}Hf cu un raport izomeric $\sigma_{iso}/\sigma_{stab}$ ~ 5%.

În cadrul acestui program a participat la următoarele:

- Separarea chimică a izomerului ^{178m2}Hf din țintele de Yb iradiate, folosind cromatografia de extracție pe coloană. Astfel, după un timp de "răcire" necesar dezintegrării izotopilor de viață scurtă a separat Hf din țintele de Yb_2O_3 iradiate folosind o schemă radiochimică originală bazată pe extracția pe coloană cu TOPO (tri-n-octylphosphine oxide) din mediu de HNO_3.
- Purificarea izomerului. După separare, a purificat fracția Hf prin absorbție selectivă pe anionitul Dowex 1 din mediu de HF şi eluție ulterioară cu 2M HCl.
- Supra-îmbogățirea în ^{176}Yb a Yb_2O_3 folosit ca ținte pentru producerea izomerului. Întrucât în reacția de producere a izomerului folosită, pe lângă izomer se mai formează şi alți izotopi ai HF, spre exemplu ^{172}Hf ($T_{1/2}$ = 683d), ^{175}Hf ($T_{1/2}$ = 70 d) a căror activitate ridicată deranjează puternic experimentele efectuate pe izomer, a rezultat necesitatea folosirii unor ținte cu ^{176}Yb supra-îmbogățit şi/sau separarea izotopică a ^{178}Hf + ^{178m2}Hf.

Supra-îmbogățirea şi obținerea ^{176}Yb pentru iradiere a efectuat-o la separatorul de mase din Orsay. Analizele prin activare pe oxidul final efectuate atât la Dubna cât şi la Orsay au indicat un grad înalt de separare de izotopii mai uşori permițând să se evalueze gradul de îmbogățire a ^{186}Yb la 99,998%.

- Separarea izotopică a ^{178}Hf + ^{178m2}Hf pe care a efectuat-o la separatorul de mase PARIS al CSNSM-Orsay pentru izomerul produs în iradierile ^{176}Yb (96%). În urma numeroaselor experiențe - model efectuate cu trasori ^{175}Hf şi ^{181}Hf pentru stabilirea unui regim optim la separator, a reuşit să obțină împreună cu echipa randamente de 22% ceea ce a constituit o performanță mondială pentru separarea izotopică a Hf, în literatură dându-se randamente de 5-6%.
- Prepararea de ținte cu ^{178m2}Hf pe diferite suporturi cu diverse diametre şi grosimi. În acest scop a pus la punct şi folosit metoda depunerii prin "electrospray" din soluții metanolice şi din acid acetic. A realizat, de asemenea, ținte monoizotopice cu ^{178}Hf (ce conțineau şi izomerul) prin implantarea directă în folii subțiri (30-40 $\mu g/cm^2$) de carbon, la spectrometrul de mase din Orsay.

Aceste ținte preparate specific pentru diversele experimente cu izomerul Hf s-au folosit în experimentele prevăzute în cadrul programului dintre care menționăm câteva:

- Studiul proprietăților nucleare ale izomerului de spin înalt ^{178m2}Hf prin experiențe de spectroscopie LASER colineară care a permis obținerea spectrului hiperfin complet al izomerului, determinându-se pentru prima oară momentul de quadrupol şi deplasarea izomerică, precum şi momentul de dipol.
- Studiul capturii de neutroni termici care a permis măsurarea secțiunii eficace de captură a neutronilor termici şi estimarea integralei de rezonanță folosind o țintă cu spin înalt.
- Difuzia inelastică a protonilor şi deuteronilor (p, p') şi (d, d') pe ținte izomerice la acceleratorul Tandem al Universității din München care a permis punerea în evidență a stării excitate cu $I^{\pi} = 17^{+}$.
- Reacții de transfer (p, t) pe ținte de izomer ^{178m2}Hf efectuate la Tandemul IPN-Orsay care a permis să se măsoare efectul de blocare a orbitalilor quasi neutronici aliniați în tranziția 16^{+} - 16^{+} (p, t) pe țintă izomerică.
- Excitare Coulombiană cu ioni de ^{208}Pb accelerați la acceleratorul GSI-Darmstadt pe ținte de izomer, care a permis punerea în evidență a stării excitate $I^{\pi} = 17^{+}$.
- Studiul rezonanțelor neutronice de spin înalt pe izomerul ^{178m2}Hf prin iradieri la acceleratorul liniar de electroni Fakel al Institutului Kurceatov din Moscova, care a permis observarea pentru prima oară a rezonanțelor neutronice pe acest izomer de spin înalt.

După ce s-a întors de la IUCN-Dubna, din anul 2000 a lucrat în Departamentul de Fizică Nucleară Aplicată (DFNA) al IFIN-HH în principal în cadrul a două programe de cercetare: unul privind AMS-ul (Spectrometrie de Masă cu Ioni Accelerați) pentru aplicații biomedicale şi monitorizarea poluării nucleare în zona Est-Europeană, şi altul de PIXE la Tandem de studiere prin această metodă a conținuturilor de micro- şi macroelemente în țesuturile tumorale ale unor pacienți având diferite forme de cancer.

Rezultatele obținute în cercetările efectuate şi trecute în revistă succint mai sus s-au concretizat într-un număr de 194 de publicații în diferite reviste de specialitate. Multe dintre acestea au fost citate de mulți autori, după cum rezultă din baza de date a ISI.

În activitatea ştiințifică a luat mai multe premii. Astfel, în 1985 a primit un premiu al Institutului Unificat de Cercetări Nucleare din Dubna pentru lucrarea: "Studii experimentale de formare şi dezintegrare a izotopilor cu Z = 104-109".

În anul 1987 i s-a decernat premiul "Gheorghe Spacu" al Academiei Române pentru "Contribuții la sinteza de noi elemente transuranice. Elementul 108", iar în 1994 a primit premiul "G. N. Flërov" al Laboratorului de Reacții Nucleare (LIAR) pentru un ciclu de mai multe lucrări privind posibilitatea de producere, separare şi purificare continuă a izotopilor de viață scurtă ai Hf, Ta şi W ca homologi ai elementelor 104, 105 şi 106.

În încheiere am vrea să menționăm că a fost până în prezent singurul radiochimist din România care a lucrat în domeniul elementelor transfermiene, în sinteza şi proprietățile noilor elemente supragrele.

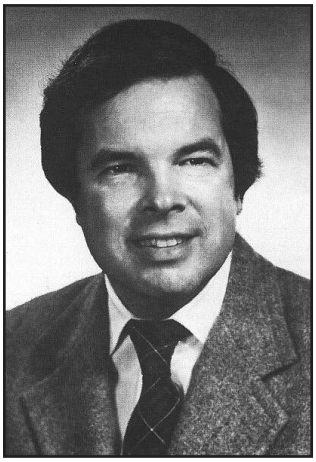
Nota redacției: Acest material a fost realizat de colega noastră, Corina Anca Simion, pe baza unor rapoarte de activitate rămase de la Olimpiu Constantinescu.

Alinierea dipolilor magnetici

Cercetători din Germania au observat pentru prima dată interacțiunea dipolilor magnetici la scară nanometrică. Cu totul neașteptat, dipolii au fost observați formând lănțişoare, în loc de o figură în zigzag așa cum se așteaptă de la interacțiunea de dipol simplă. Grupul consideră că această comportare surprinzătoare poate fi cauzată de interacțiunile de ordin mai mare dintre dipoli, un rezultat care poate avea implicații pentru dezvoltarea dispozitivelor de hard-disc. Pentru a obține aranjamentul lor de nanomagneți, cercetătorii au tăiat o rețea pătrată regulată dintr-un film subțire de fier-paladiu magnetic utilizând litografia de fascicol electronică. Rețeaua a fost confecționată din insule circulare, fiecare cu diametru de 150 nm. Aliajul a fost ales pentru natura sa moale, precum şi pentru potențialul de a regla temperatura sa Curie, temperatură sub care devine feromagnetic, funcție de concentrația de fier.

Fizica nucleară şi forma de pară

Un grup internațional de fizicieni a descoperit cea mai bună dovadă privind lipsa formei sferice sau elicoidale a câtorva nuclee grele şi faptului că au forma de pară. Cercetătorii au găsit semne clare a acestei nesimetrii în două nuclee particulare, radon-220 şi radiu-224, care au fost create prin spargerea protonilor într-o țintă de carbid de uraniu la REX-ISOLDE de la CERN. Descoperirea ar putea furniza informații noi privind forțele care leagă protonii şi neutronii în nuclee, dar ar putea contribui şi la Modelul Standard al fizicii particulelor. Peter Butler de la University of Liverpool şi colegii din Belgia, Finlanda, Germania, Polonia, Spania, Elveția, Regatul Unit şi SUA au descoperit o dovadă puternică pentru tranzițiile de octupol în radon-220 şi radiu-224, aceste tranziții fiind un semn că nucleele sunt asimetrice şi apar în spectrul de raze gama, aceste nuclee emițând ca şi cum s-ar dezintegra dintr-o stare excitată. ■



Kenneth Wilson (1936-2013)

Fizician american teoretician, Kenneth Wilson a primit Premiul Nobel pentru Fizică în 1982. A murit anul acesta în 15 iunie la vîrsta de 77 de ani. A câştigat singur premiul pentru teoria sa privind fenomenele critice în conexiune cu tranziţiile de fază.

S-a născut în 1936 în Waltham, Massachusetts, SUA şi a fost fiul proeminentului chimist de la Universitatea Harvard, E. Bright Wilson. A absolvit matematica la Harvard în 1956 şi a obţinut doctoratul în fizică teoretică la California Institute of Technology în 1961 sub îndrumarea lui Murray Gell-Mann, viitor câştigător al Premiului Nobel pentru Fizică pentru contribuţii la fizica particulelor. După un an de lucru la laboratorul de fizica particulelor de la CERN, Geneva, Wilson s-a angajat la Universitatea Cornell în 1963. Aici a rămas o bună perioadă de timp, devenind directorul Cornell's Center for Theory and Simulation in Science and Engineering, cunoscut drept Cornell Center for Advanced Computing. În 1988 el s-a transferat la Ohio State University şi a fost investigator co-principal al proiectului de reformare educaţională finanţat de către National Science Foundation. Premiul Nobel i-a fost acordat pentru activitatea sa de pionerat privind dezvoltarea unui cadru teoretic asupra naturii tranziţiilor de fază. Tranziţiile de fază pot fi caracterizate printr-o schimbare abruptă a valorii unei proprietăţi fizice sau printr-o tranziţie mai lină de la o fază la alta. Multe teorii anterioare, cea mai notabilă fiind teoria generală a tranziţiilor de fază a lui Lev Landau din 1937, nu au putut prezice comportarea în apropierea tranziţiei, cunoscută ca punct critic. Această problemă a fost în final rezolvată de către Wilson în 1971. El a realizat că are de a face cu fluctuaţii pe scale extrem de diferite ca lungime, luând în considerare fluctuaţii de scurtă şi lungă distanţă. Astfel de tranziţii sunt mai apoi, aproape în totalitate determinate de către efectele colective ale fiecărui alt obiect din sistem. Modelând această comportare lângă punctul critic ar fi nevoie de calculatoare foarte puternice, dar Wilson a dezvoltat o metodă divizând problema într-o secvenţă de probleme mai simple bazate pe teoria grupului de renormare, care a fost anterior dezvoltată în anii 1950. Teoria lui Wilson pentru fenomenele critice a oferit o descriere teoretică completă a comportării în apropierea punctului critic, demonstrând că multe sisteme aparent nelegate între ele, lichide sau amestecuri de lichide şi feromagneţi, prezintă o comportare identică.

Physics Web

Rubrică îngrijită de Mircea Morariu

Celule solare ultrasubţiri şi flexibile

Un grup internaţional de cercetători a realizat celule fotovoltaice din cristale 2D numite dicalcogenide cu metal de tranziţie semiconductoare, rezultând în celule solare ultrasubţiri şi flexibile. Aceste dispozitive ar putea într-o zi să îmbrace orice suprafaţă expusă la lumina soarelui pentru a produce electricitate, ceva care s-a dovedit a fi dificil de realizat cu tehnologiile de celule solare curente, care sunt groase, grele şi fragile. Dicalcogenidele cu metal de tranziţie semiconductoare sunt materiale stratificate cu fiecare strat conţinând trei plane atomice. Cele două plane exterioare sunt reţele triunghiulare de atomi din grupul calcogen de elemente, sulf, seleniu, telur, care prind între ele (sandwich) o reţea triunghiulară internă de atomi de tranziţie. Dicalcogenidele cu metal de tranziţie semiconductoare promit aplicaţii pentru celulele solare, deoarece electronii din interiorul materialelor interacţionează excepţional de puternic cu lumina.

Fluturele Hofstadter observat în grafen

Fluturele lui Hofstadter, o figură fractală ciudată care descrie comportarea electronilor într-un câmp magnetic, a fost măsurată pentru prima dată experimental. Descoperirea a fost făcută de către trei grupuri de cercetători, care au observat proprietăţile electronice ale grafenului plasat pe o suprafaţă de nitrură de bor. Aşa cum a confirmat o prezicere făcută acum aproape 40 de ani, rezultatele ar putea fi utilizate la dispozitivele electronice şi optoelectronice. Conceptul fluturelui lui Hofstadter datează din 1976 când fizicianul american Douglas Hofstadter a calculat nivelele energetice ale electronilor expuşi unui câmp magnetic într-o reţea 2D. El a tratat electronii ca „electroni Bloch" idealizaţi, ceea ce înseamnă că ei nu interacţionează unul cu altul şi se mişcă într-un potenţial electric periodic comensurabil cu reţeaua. Această aproximaţie s-a dovedit adecvată, deoarece a demonstrat găsirea unui mod corect de a descrie proprietăţile electronice ale multor metale şi semiconductori. Din nefericire, Hofstadter a întâlnit o dificultate atunci când a considerat electronii expuşi unui câmp magnetic când se mişcă într-o reţea 2D. Problema constă în faptul că electronii răspund la un câmp magnetic aplicat învârtindu-se în cercuri la frecvenţa ciclotronică. Pe de altă parte, mişcarea orbitală a electronilor este cuantificată în termenii unei frecvenţe care este definită de către proprietăţile reţelei cristaline. Prezenţa acestor două frecvenţe, adesea incomensurabile, rezultă din faptul că în urma calculelor lui Hofstadter ale nivelelor energetice electronice se obţin unele rezultate bizare. Hofstadter a încercat să rezolve această dificultate prin schiţarea funcţiei de undă a electronului, funcţie de un parametru legat de raportul celor două frecvenţe. Acest lucru a produs o figură fractală ciudată ce seamănă cu un fluture. De la prezicerea lui Hofstadter, fizicienii n-au putut observa în laborator acest fluture. Cele trei grupuri de cercetători au rezolvat problema prin combinarea a două reţele convenţionale 2D pentru a crea suprareţele cu periodicităţi de ordinul a zeci de nanometri.

Imagini 3D "imateriale" luate fără cameră foto

Cercetători din Regatul Unit au descoperit un sistem de obţinere de imagini 3D simplificat care nu necesită o cameră foto convenţională. Tehnica imagistică computaţională utilizează informaţia de la detectoare de un singur pixel pentru a crea o imagine şi poate fi folosită pe un domeniu larg de lungimi de undă şi este mai ieftină decât alte metode 3D. Cercetătorii afirmă că, în plus, sistemul lor ar putea fi utilizat ca detector la explorarea ţiţeiului şi gazului, precum şi la sistemele de imagistică medicale şi biologice. Cercetătorii de la Universitatea din Glasglow şi Universitatea Cambridge au izbutit să creeze un sistem care furnizează o imagine 3D fără vreo cameră foto sau orice alte lentile.

Senzor cu nanotub detectează boala Lyme

Cercetători din SUA au realizat un nou biosenzor din tranzistori de nanotuburi de carbon care este capabil să detecteze rapid antigenele bolii Lyme. Dispozitivul poate detecta biomarkerii la concentraţii sub 1 ng/ml, care este mai performant decât testul de urină standard şi este comparabil cu ELISA tradiţional. Recent, grupul condus de A T Charlie Johnson de la Universitatea din Pennsylvania a realizat noul biosenzor din aranjamente mari de tranzistori cu nanotuburi de carbon semiconductori, crescuţi prin depozitare de vapori chimici pe foiţe de siliciu oxidat.

"Microscopia cuantică" scrutează interiorul atomului de hidrogen

Un grup internaţional de cercetători a realizat prima observare directă a structurii orbitale a unui atom de hidrogen excitat. Observarea a fost făcută utilizând un "microscop cuantic" mai performant, care foloseşte microscopia de fotoionizare pentru a vizualiza direct structura. Demonstraţia grupului dovedeşte că "microscopia de fotoionozare", care a fost propusă acum mai bine de 30 de ani, poate fi realizată experimental şi poate servi ca instrument de explorare a subtilităţilor mecanicii cuantice.

Redefinirea amperului cu ajutorul grafenului

Cercetători de la UK National Physical Laboratory şi Cavendish Laboratory in Cambridge au construit prima pompă de grafen de un singur electron din lume. Dispozitivul ar putea fi utilizat pentru a redefini unitatea standard de curent, amperul, în termenii sarcinii electronice, o constantă fundamentală a naturii. Sistemul internaţional de unităţi (SI) este alcătuit din şapte unităţi de bază: metrul, kilogramul, secunda, kelvinul, amperul, molul şi candela. Amperul, voltul şi ohmul sunt cele trei unităţi fundamentale ale electricităţii. Deşi fizicienii au venit deja cu soluţii moderne pentru a reprezenta voltul şi ohmul (datorită măsurătorilor de tensiune Josephson şi respectiv, rezistenţă Hall cuantică) nu există un echivalent pentru amper. Ideal, o nouă definiţie a amperului s-ar putea baza pe o sursă extrem de precisă de curent electric, capabilă să elibereze un electron la un moment dat. O pompă de un singur electron ar putea fi ideală pentru acest scop, deoarece ea produce un flux de electroni individuali împingându-i într-un dot cuantic şi emiţându-i precis câte unul la un moment dat. Pe de altă parte, astfel de pompe, pompează electronii destul de rapid încât să fie generat un curent suficient de mare. Cercetătorii din Regatul Unit au realizat o astfel de pompă utilizând grafenul care este un semi metal.

Fizicienii proiectează pereţi invizibil acustici

Cercetători din Japonia şi Coreea de Sud afirmă că un perete rigid poate fi transformat dintr-un reflector total de sunet într-un transmiţător aproape perfect prin perforarea lui cu găuri mici, spaţiate regulat, acoperite cu o membrană elastică subţire. Descoperirea, o analogie acustică a transmisiei optice extraordinare, ar putea fi, potenţial, utilizată la microscoape, filtre de zgomot, noi tipuri de ferestre, concentratori acustici şi multe alte aplicaţii. Transmisia optică extraordinară a fost descoperită de către Thomas Ebbesen de la Universitatea din Strasbourg în 1998. Ea permite undelor electromagnetice să treacă aproape nedistorsionate printr-o reţea de găuri cu diametrul sub lungimea de undă, o barieră care altfel ar putea fi opacă în câteva meta materiale.

Nou tip de senzor termic

Cercetători din SUA au realizat un nou tip de senzor termic, combinând plăcuţe de dimensiuni micrometrice cu tije suport de dimensiuni nanometrice. Dispozitivul este confecţionat utilizând tehnici de fabricare a siliciului standard şi este extrem de sensibil la radiaţia infraroşie, fără a fi necesară răcirea. Michael Rourkes şi colegii săi de la California Institute of Technology au realizat senzorii termici din rezonatori torsionali. Mai întâi, ei au îmbrăcat suprafaţa unei plăcuţe de siliciu de dimensiuni micrometrice cu nitrură de titan, un material care absoarbe radiaţia infraroşie. Apoi au aplicat un voltaj variabil în timp între plăcuţă şi substratul ei, generându-se astfel o forţă care determină plăcuţa să vibreze la frecvenţa ei de rezonanţă.

Cuplarea luminii la suprafaţa unui meta material

Cercetători din Regatul Unit, China şi Germania au făcut un pas înainte printr-un mod nou şi util de cuplare a luminii la suprafaţa unui meta material. Tehnica este prima care asigură faptul că are loc cuplarea într-o singură direcţie şi poate conduce la circuite plasmonice integrate, care ar putea fi controlate utilizând un curent electric. Un grup condus de Shuang Zhang de la University of Birmingham a arătat că polaritonii plasmonici de suprafaţă pot fi excitaţi într-o singură direcţie pe suprafaţa unui metal, demonstrând că suprafaţa este mai întâi favorabilă structurării. În acest caz, ei au utilizat o „meta suprafaţă", care este un film metalic cu găuri rectangulare de dimensiuni nanometrice orientate cu grijă într-un mod oarecare. Tot pentru prima dată, cercetătorii au confirmat că direcţia în care polaritonii plasmonici de suprafaţă se propagă în lungul suprafeţei metalice pot fi determinaţi, în mod simplu, să sară la o direcţie de polarizare circulară a luminii incidente, fie de la stânga la dreapta, fie invers.

O nouă explicaţie privind fulgerele luminoase

Conform cercetătorilor din Rusia, care au studiat semnalele radio emise în timpul miilor de fulgere luminoase, razele cosmice care interacţionează cu picăturile de apă din interiorul norilor de furtună ar putea juca un rol important în iniţierea fulgerelor luminoase. Studiul ar putea aduce o nouă înţelegere a modului în care şi de ce lumina are loc în punctul de pornire. Oamenii de ştiinţă încă nu înţeleg în totalitate ce se întâmplă şi cum se declanşează descărcarea în locul de pornire. Observarea fulgerelor are loc de sute de ani şi este foarte accesibilă, deoarece 40 - 50 de fulgere luminoase pe secundă au loc pe întreg globul, dar prezicerea debutului unui fulger

este dificilă. Recent, Aleksandr Gurevich de la Institutul de Fizică Lebedev din Moscova și Anatoly Karashtin de la Institutul de Cercetare Radiofizică din Nijni Novgorod au sugerat un nou model care include doi factori cruciali care ar putea explica procesul: comportarea particulelor de apă și gheață din interiorul norilor, numite hidrometeori și ploaia de electroni ionizați care ar putea fi creați de către razele cosmice.

Izolator topologic creat pentru lumină

Fizicieni din Israel și Germania au creat un analog optic a unui izolator topologic. Constând dintr-un aranjament de ghiduri de undă helicoidale, lumina nu se poate propaga între ghidurile de undă în volumul aranjamentului, dar se poate mișca fără piedici în lungul suprafețelor sale, chiar și atunci când lumina întâlnește defecte de suprafață semnificative. Conform autorilor, aceste proprietăți ar putea permite ca materialul să fie utilizat la simularea fenomenelor cuantice sau la circuite fotonice.

Dimeri de apă detectați în atmosferă

Fizicieni din Rusia au detectat pentru prima dată dimeri de apă, perechi legate de molecule de apă gazoase, în condiții similare atmosferei Pământului. Astfel de dimeri au fost prezișI că au efecte importante asupra echilibrului radiației Pământului și a chimiei atmosferice, încât descoperirea ar putea ajuta oamenii de știință să înțeleagă mai bine modul în care prezența lor afectează clima. Vaporii de apă sunt a treia componentă importantă a atmosferei Pământului și principalul absorbant, atât a luminii solare, cât și a radiației de fond a Pământului. Oamenii de știință cunosc de mai multe zeci de ani că apa pare să absoarbă mai multă radiație decât sugerează modelele teoretice existente. În anii 1960, astronomul rus Serghei Zhevakin a sugerat că această discrepanță ar putea fi explicată dacă, printre moleculele de apă libere (monomeri), legătura de hidrogen ar cauza crearea unei mici proporții de molecule de apă împerecheate, adică dimeri. Acești dimeri ar putea fi absorbanți mult mai puternici decât moleculele de apă singulare.

Unde sub formă de stea în fluide

Fizicieni din Franța au pus în evidență un nou fenomen de undă în lichide. Prin agitarea a mici discuri cilindrice de ulei siliconic, au creat unde staționare care formează în mod spontan diferite figuri, inclusiv stele și poligoane. Calculele sugerează că formele sunt cauzate de interacțiuni neliniare între "unde gravitaționale", nume dat unor unde de fluid în care gravitația este forța dominantă de formare. Cercetătorii speră ca descoperirea lor să conducă la o mai bună înțelegere a altor unde gravitaționale neliniare, cum ar fi tsunami sau undele oceanice care iau naștere în mod spontan. Undele gravitaționale interacționează în mod normal într-o manieră liniară, la fel ca undele de lumină, dar interacțiuni neliniare pot juca, de asemenea, un rol important în modul în care sunt create și se propagă. Unii fizicieni consideră că efectele neliniare ar putea fi responsabile pentru undele gigantice care se formează spontan în oceanele Pământului. Pentru a studia efectele neliniare, Jean Rajchenbach, Didier Clamond și Alphonse Leroux de la Universitatea din Nisa au observat undele gravitaționale în ulei siliconic. Apa și uleiul sunt ambele fluide newtoniene, dar cu ultimul se lucrează mai ușor în laborator, deoarece vâscozitatea sa mai mare crează unde de amplitudine mai mare.

Tomografia în studiul super rețelelor nanocristaline

Cercetători din Olanda au utilizat tomografia electronică pentru a obține imagini ale super rețelelor nanocristaline. Această nouă utilizare a unei tehnici puse la punct, de obținerea imaginilor, pune la dispoziția cercetătorilor o importantă informație structurală 3D privind aceste materiale importante din punct de vedere tehnologic. Adesea, numite solide artificiale, super rețelele nanocristaline pot fi proiectate pentru a avea o gamă de proprietăți electronice, fotonice și alte proprietăți fizice care ar putea oferi aplicații tehnologice. Cercetătorii încă nu au instrumentele adecvate pentru a obține imagini 3D a acestor materiale. Fără astfel de informații, proprietățile fizice fundamentale ale acestor materiale nu pot fi complet înțelese. Dar, un grup de la Universitatea Utrecht a utilizat tomografia electronică pentru a rezolva în totalitate structura unui nou solid nanocristalin, [PbSe]6[CdSe]19. Tehnica include rotirea probei în timpul obținerii imaginilor 2D într-un microscop electronic de transmisie. În acest mod, o serie de imagini de transmisie 2D a nanocristalelor sunt obținute sub diferite unghiuri și astfel se poate reconstrui obiectul 3D.

Refrigerator cuantic

Fizicieni din SUA au construit un nou refrigerator de stare solidă care produce răcirea continuă a obiectelor la temperaturi sub 300mK. Dispozitivul nu are părți mobile și utilizează 48 de joncțiuni mici de tunelare cuantică pentru a răci o placă de cupru de un milion de ori mai grea decât elementele de refrigerare propriu-zise. Grupul consideră că dispozitivul ar putea fi optimizat în continuare și și-ar putea găsi utilizare în aplicații de refrigerare unde criogenica convențională este dificil de implementat, ca exemplu pentru răcirea detectoarelor din misiunile spațiale.

Difuzor cu grafen

Cercetători din SUA au realizat un difuzor cu grafen care are un răspuns de frecvență excelent pe tot domeniul de frecvență audio (20 Hz – 20 kHz). În timp ce difuzorul nu are o formă specifică, este deja mai bun decât unele difuzoare și microfoane comerciale, atât în termenii răspunsului de frecvență, cât și a puterii consumate. Din cauză că grafenul este foarte subțire, difuzorul nu necesită să fie umezit artificial (spre deosebire de dispozitivele comerciale) pentru a preveni răspunsuri de frecvență nedorite, dar este simplu umezit de aerul înconjurător. Acest lucru înseamnă că dispozitivul poate opera la doar câțiva nanoamperi și astfel utilizează mult mai puțină putere decât difuzoarele convenționale, un avantaj substanțial dacă este întrebuințat la dispozitive portabile.

Holografia digitală mai abilă

Cercetători din Italia au dezvoltat o nouă metodă de holografie digitală cu abilitatea de a vedea clar atât prin fum, cât și prin flăcări. Tehnologia, care operează la lungimea de undă din infraroșu îndepărtat, are potențial pentru utilizare în situații de salvare din incendii unde camerele de infraroșu, care pot vedea prin fum, sunt orbite de radiația dată de flăcări. Noua tehnică de imagistică permite ca în locul lentilelor să se utilizeze sistemul holografic, adică despicarea fascicolelor laser în două fascicole și în final obținerea imaginilor 3D ale obiectului țintă.

Cum își croiesc drum nanocristalele prin nanotuburi

Cercetători din SUA au făcut o descoperire remarcabilă privind modul în care un nanocristal de fier se mișcă printr-un nanotub de carbon, care nu are un diametru uniform. Ei au descoperit că, dacă cristalul întâlnește o îngustare în tub, cristalul se reformează, atom cu atom, pentru a depăși îngustarea, fără a suferi vreo topire sau comprimare. Conform cercetătorilor, această comportare ar putea avea multe aplicații în nanomecanică și ar putea fi posibilă utilizarea pentru sinteza nanoparticulelor mici.

Conductă magnetică

La fel cum firele de cupru transportă curenți electrici, un nou dispozitiv proiectat și construit de către fizicieni din Spania și Germania, poate transmite câmpuri magnetice la distanțe oricât de lungi. "Conducta magnetică", constând dintr-un feromagnet învelit într-un supraconductor, ar putea fi utilizată pentru a crea o varietate de circuite și, de asemenea, sugerează o nouă cale de adresare a qubiților în interiorul calculatorului cuantic. Realizarea este extrem de importantă, având în vedere că, spre deosebire de undele electromagnetice și electricitate, câmpurile statice electric și magnetic scad rapid cu distanța în cazul transmiterii, ultimele realizări fiind doar de câțiva metri, în interiorul miezurilor transformatoarelor.

Grafenul oferă o altă surpriză cuantică

Fizicieni din SUA și Germania au descoperit a altă proprietate surprinzătoare a grafenului și anume că manifestă un efect Hall cuantic fracțional care este diferit de ceea ce s-a observat în materiale convenționale. Rezultatul are importanță pentru studierea corelațiilor dintre particulele relativiste și ar putea chiar contribui la dezvoltarea calculatoarelor cuantice în viitor. Efectul Hall cuantic fracțional are loc atunci când purtătorii de sarcină de tipul electronilor sunt confinați pe un plan 2D, așa cum este și grafenul, și sunt supuși la un câmp magnetic perpendicular după axa Z. Dacă fluxul de curent este după axa X, se naște o tensiune, tensiunea Hall, după axa Y. La temperaturi foarte scăzute, această tensiune este cuantificată în pași distincți sau stări Hall.

Atomi ultrareci simulează conducția electrică

Fizicieni din Elveția sunt primii care au utilizat atomi ultrareci pentru a simula unul dintre cele mai importante proprietăți tehnologice ale materiei solide, conducția electrică. Experimentul include urmărirea atomilor de litiu pe măsură ce trec printr-un canal îngust creat de lumina laser. Grupul a arătat că atomii care se mișcă direct prin canal fără a suferi vreo dezordine manifestă conducție ohmică, exact ca atomii care ricoșează în drumul lor printr-un canal dezordonat. Ansamblurile de atomi ultrareci au fost utilizate pentru a simula un domeniu larg al fizicii materiei condensate incluzând aspecte ale magnetismului și supraconductivității. Gazele atomice pot aduce dovezi importante a naturii cuantice a materiei deoarece, spre deosebire de electronii dintr-un solid, interacțiunile dintre atomii ultrareci pot fi controlate precis utilizând lumina laser și câmpurile magnetice. În principiu, conducția electrică poate fi simulată permițând atomilor ultrareci să se miște printr-un canal de la rezervor la altul. Măsurând modificarea densității gazului pe măsură ce trece prin regiunea de conducție, fizicienii pot studia procesul de conducție în moduri care nu sunt posibile cu conductori reali. Acest lucru ar putea fi de un interes special pentru aceste proiecte de circuite electronice extrem de mici unde efectele cuantice pot juca un rol important în conducție.

Grafen logic pentru lumea reală

Cercetători din Italia și SUA au creat primele porți logice cu grafen integrat care lucrează în aer și la temperatura camerei. Autorii afirmă că realizarea lor reprezintă un punct de răscruce important în dezvoltarea logicii bazate pe grafen. Grupul de cercetare condus de Roman Sordan de la Politecnico di Milano at Como a realizat dispozitive care constituie primele porți logice cu grafen care operează cu semnale de intrare și ieșire digitale cu tensiune armonizată. O astfel de operație este principala precerință pentru utilizarea practică a acestui tip de poartă. Dovada existenței "fermionilor Majorana" – particule propuse teoretic care sunt de asemenea antiparticulele lor înșeși – a putut fi adusă din comportarea unei noi joncțiuni Josephson. Acesta ar fi punctul de vedere al fizicienilor de la Universitatea Stanford din SUA, care au examinat proprietățile unei joncțiuni Josephson care a încorporat materialul numit "izolator topologic" sub formă de sandwich între două contacte supraconductoare. Cercetătorii au găsit abateri semnificative de la ceea ce se vede în joncțiunile Josephson convenționale, diferențe pe care ei le-au explicat în termenii cuasiparticulelor de tipul Majorana. Prezișii pentru prima dată de către fizicianul italian Ettore Majorana în 1937, scurt timp înainte de dispariția sa misterioasă la vârsta de 31 de ani, fermionii Majorana prezintă interes nu atât din cauză că sunt antiparticulele lor însăși, ci de asemenea din cauză că sunt imuni la zgomotul ambiental. Cu alte cuvinte, fermionii Majorana ar putea fi utilizați la stocarea și transmiterea informației cuantice fără a fi perturbați de lumea de afară, care constituie piedica oricărei încercări de a construi un calculator cuantic în practică. Deși dovada de netăgăduit a existenței fermionilor Majorana n-a fost încă obținută, teoreticienii au calculat că excitările unor astfel de particule, sau cuasiparticule, care seamănă cu fermionii Majorana ar putea exista la interfața unde un izolator topologic, adică un material care conduce electricitatea numai pe suprafața sa, este plasat chiar lângă un supraconductor ordinar. Aceste cuasiparticule sunt numite "moduri de energie zero" deoarece ele sunt plasate în lungul energiei Fermi a materialului.

Spectroscopia X detectează atomi singulari

Cercetători din Japonia au fost primii care au avut succes la detectarea atomilor singulari utilizând spectroscopia X. Deși presupune o tehnică dificilă, realizarea constituie un pas important spre studierea și caracterizarea structurilor la scară nanometrică și a dispozitivelor care folosesc raze X. În timp ce spectroscopia de raze X cu energie dispersivă este o metodă adecvată pentru a caracteriza din punct de vedere chimic o gamă largă de materiale, cercetătorii nu au dorit să utilizeze tehnica pentru a detecta atomi singulari datorită dificultăților care au inclus obținerea de spectre bune de fotoemisie. Kazu Suenaga de la Nanotube Research Center at AIST din Tsukuba și colegii de la JEOL Ltd de la Akishima and Kyushu University din Fukuoka afirmă că au detectat cu succes atomi singulari de erbiu, utilizând spectroscopia de raze X cu energie dispersivă, datorită aparaturii avansate de excitare și detecție.

Comparator de curent criogenic

Cercetători din Regatul Unit au realizat cel mai precis comparator de curent criogenic, un dispozitiv utilizat pentru măsurarea comparativă a curentului. Noul instrument este mult mai exact decât altele anterioare şi poate, în principiu, să fie operat fără heliu lichid. Măsurarea precisă a curentului electric este vitală în fizica modernă, de la picoamperii radiaţiei ionizante utilizate în ţesutul canceros la sutele de amperi ale furnizoarelor de electricitate. Cele mai precise dispozitive pentru măsurarea unui curent direct este un comparator de curent criogenic, dar ele pot opera numai la temperaturi apropiate de zero absolut, care poate fi problematică pentru laboratoarele fără acces la heliu lichid.

Măsurarea stărilor de polarizare optice

Fizicieni din Canada şi SUA afirmă că au realizat pentru prima dată măsurarea directă a stării cuantice de polarizare a luminii, care la prima vedere pare a sfida principiul de incertitudine a lui Heisenberg. Tehnica, care se bazează pe un proces cunoscut ca măsurătoare slabă, ar putea contribui la studiile fundamentale asupra mecanicii cuantice sau la dezvoltarea calculatoarelor cuantice. În mecanica cuantică, se consideră că este imposibil de a cunoaşte totul despre un sistem la un moment dat. Dacă, de exemplu, se măsoară cu precizie poziţia unei particule, atunci impulsul particulei nu va putea fi definit exact, în acelaşi timp. Fizicienii numesc perechile de variabile, ca exemplu, poziţia şi momentul „conjugate", ele fiind inerent conectate, încât o măsurătoare a uneia distruge în esenţă informaţia despre cealaltă. Acest fenomen restricţionează informaţia pe care o pot obţine fizicienii studiind sistemele cuantice. În 2011, fizicieni de la National Research Council din Ottawa, Canada, au afirmat că au putut utiliza măsurătoarea slabă pentru a reconstrui direct funcţia de undă a unui sistem, care descrie modul în care un sistem cuantic evoluează în timp. Pe baza acestor rezultate, Robert Boyd şi colegii de la Universitatea din Ottawa şi Universitatea Rochester au dezvoltat tehnica aplicând măsurătoarea slabă la stările de polarizare ale luminii.

Despre creşterea super reţelelor

Cercetători din SUA şi Germania au obţinut importante dovezi a modului în care învelişurile moleculare afectează felul în care se organizează particulele de dimensiuni nanometrice pentru a forma super reţele. Combinând noi tehnici de raze X cu analiza termodinamică, grupul a descoperit de ce aceleaşi nanoparticule se pot asambla în diferite structuri distincte. În ultimii zeci de ani, au fost create meta materialele realizate artificial care au proprietăţi dorite ce nu se găsesc în natură. Acestea includ şi super reţelele de nanoparticule, aranjamente regulate de structuri de dimensiuni nanometrice, care promit largi aplicaţii tehnologice, cum ar fi fotovoltaicele, diodele care emit lumină şi termoelectricele. Dar, înainte ca aceste proprietăţi să fie exploatate comercial, cercetătorii trebuie mai întâi să înţeleagă modul în care aceste nanoparticule minuscule se adună împreună prin procese de nucleaţie complexă sau alte procese.

Influenţa radiaţiei de terahertz asupra ADN

Fizicieni şi biologi din Canada au ajuns la concluzia că pulsuri scurte, dar puternice de radiaţie de terahertz pot deteriora ADN şi pe de altă parte pot creşte producţia de proteine care ajută celulele să repare această deteriorare. Ei au studiat modul în care radiaţia electromagnetică interacţionează cu celulele de piele umane. Descoperirea ar putea conduce la dezvoltarea de noi terapii medicale care să facă uz de radiaţia de terahertzi. Radiaţia electromagnetică în domeniul de frecvenţă a terahertzilor, uzual definită ca 0,3 – 3 x 1012 Hz, prezintă o mare promisiune pentru aplicaţiile de securitate şi de imagistică medicală. Acest lucru se datorează faptului că ea trece prin haine şi penetrează pielea, dar nu produce ionizare ca în cazul razelor X. Ca rezultat, pulsurile de terahertzi de joasă intensitate se crede că nu sunt nocive pentru organismele vii.

La închiderea ediţiei CdF numărul 75 (august 2013) – numărul de faţă – are data de închidere a ediţiei la 26 august 2013. Numărul anterior, 74 (aprilie 2013), a fost tipărit între 24 şi 25 aprilie 2013. Pachetele cu revista au fost trimise difuzorilor voluntari ai FHH şi SRF pe data de 29 aprilie 2013.
Numărul următor este programat pentru luna decembrie 2013.

EDITURA HORIA HULUBEI ***Editură nonprofit încorporată Fundaţiei Horia Hulubei.***
Fundaţia Horia Hulubei este organizaţie neguvernamentală, nonprofit şi nonadvocacy,
înfiinţată în 4 septembrie 1992 şi persoană juridică din 14 martie 1994. Codul fiscal 9164783 din 17 februarie 1997.
Cont la BANCPOST, sucursala Măgurele, nr. RO20BPOS70903295827ROL01 în lei,
nr. RO84BPOS70903295827EUR01 în EURO şi nr. RO31BPOS70903295827USD01 în USD.

Contribuţiile băneşti şi donaţiile pot fi trimise prin mandat poştal pentru BANCPOST la contul menţionat, cu precizarea titularului: Fundaţia Horia Hulubei.

CURIERUL DE FIZICĂ ISSN 1221-7794

Comitetul director: Redactorul şef al CdF şi Secretarul general al Societăţii Române de Fizică
Membri fondatori: Suzana Holan, Fazakas Antal Bela, Mircea Oncescu
Redacţia: Dan Radu Grigore – redactor şef, Mircea Morariu, Corina Anca Simion
Macheta grafică şi tehnoredactarea: Adrian Socolov, Bogdan Popovici
Au mai făcut parte din Redacţie: Sanda Enescu, Marius Bârsan
Imprimat la IFIN-HH
Apare de la 15 iunie 1990, cu 2 sau 3 numere pe an.
Adresa redacţiei: Curierul de Fizică, C.P. MG-6, 077125 Bucureşti-Măgurele.
Tel. 021 404 2300 interior 3416. Fax 021 423 2311, **E-mail:** grigore@theory.nipne.ro
INTERNET: **www.fhh.org.ro**
Distribuirea de către redacţia CdF cu ajutorul unei reţele de difuzori voluntari ai FHH, SRF şi SRRp.
La solicitare se trimite gratuit bibliotecilor unităţilor de cercetare şi învăţământ cu inventarul principal în domeniile ştiinţelor exacte.
Datorită donaţiei de 2% din impozitul pe venit, **contribuţia bănească pentru un exemplar este 1 leu.**